உடலியங்கியல்

(முதல் தொகுதி)

தொகுப்பாசிரியர்

கே. எம். பைகாவ்

தமிழாக்கம்
மொழிபெயர்ப்புக் குழு,
மதுரை மருத்துவக் கல்லூரி,
மதுரை

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்
தமிழக அரசு

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழக வரிசை எண்–170

உடலியங்கியல் - I

(TEXT - BOOK OF PHYSIOLOGY - I)

ஆசிரியர்

கே. எம். பைகாவ்

தமிழாக்கம்

மொழிபெயர்ப்புக் குழு,
மதுரை மருத்துவக் கல்லூரி,
மதுரை

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்
தமிழக அரசு

First Edition—December 1968

B.T.P. No. 170

TEXT-BOOK OF PHYSIOLOGY-I

K. M. BYKOV

Translation

Translation Cell (Madurai Medical College, Madurai) :

Dr. G. Venkataswamy, B.A.,M.S.,D.O., (*Chairman*)

Dr. T. Sarojini, M.B.,B.S.,

Dr S. K. Durairaj, M.B.,B.S.,

Dr. R. Sethu, M.B.,B.S.,

Price Rs. 6-75

This Tamil edition of TEXT-BOOK OF PHYSIOLOGY is published by arrangement with M/s. Mezhdunarodnaya Kniga, Moscow.

Printed by :
Srinivasam Press of Jupiter Enterprises,
1, Smith Lane,
Madras-2.

அணிந்துரை

(திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன், தமிழகக் கல்வி-தொழில் அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கி ஏழு ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ., வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வருகின்றனர். தொடக்கத்தில் இருந்த இடர்ப்பாடுகள் மெல்லமெல்ல மறைந்துவருகின்றன. நாடு முழுதும் பரந்துள்ள மாணவர்களின் ஆர்வம், 'தமிழிலேயே கற்பிப்போம்' என முன்வந்துள்ள கல்வி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி, இவற்றின் காரணமாக இத்திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்றுவருகிறது.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், புவியியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், தத்துவம் ஆகிய பல துறைகளில் தனி நூல்கள், மொழி பெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இருவகையிலும் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம் நூல்களை வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'உடலியங்கியல்-I' என்ற இந் நூல் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகத்தின் 170ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 205 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன.

கணக்கிலடங்காத் தடைகளை எல்லாம் அகற்றித் தமிழன்னை கல்லூரிக் கலை மண்டபத்தில் கொலு வீற்றிருக்கிறாள். எனவே, இவ்வன்னையை வாழ்த்துவோமாக! உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும்; அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். சென்னைப் பல்கலைக் கழகத்தின் பலவகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

முன்னுரை

இவ்வுடலியங்கியல் நூலின் முதற்பதிப்பு 1939-ல் வெளியிடப்பட்டது. தொலைமிகு போர்க்காலங்களில் மறுபதிப்பாக வெளியிடப்பட்டு, 1951-53ஆம் ஆண்டுகளில் மீண்டும் திருத்தப்பட்டு வெளியிடப்பட்டது. இப்பதிப்பின் சில பகுதிகள் சுருக்கப்பட்டுள; சில மாற்றப்பட்டுள; சில இணைக்கப்பட்டுள.

எங்கள் ஆசிரியரும், புகழ் பெற்ற இயல்நூல் வல்லாருமான பாவுலோவ் கண்டறிந்த உடலியங்கியலின் அடிப்படைக் கருத்துகளை இப் பாடநூலில் தர இதனை உருவாக்கிய ஆசிரியர்கள் இயன்றவரை முயன்றுள்ளனர். புறச் சூழலுடன் இயற்கையான தொடர்புடைய, சீரான, ஒன்றியைந்த உயிரினத்தில் நடைபெறும் உடலியங்கியல் முறைகளை அறிவதற்குப் பாவுலோவ் வழிகோலினார். தமக்கே உரிய முற்றிலும் புதிய ஆய்வு முறை முறையாகப் பயன்படுத்தியதன் மூலமாகவே பாவுலோவ் இதில் வெற்றி கண்டார். இன்னும் சிறப்பாகச் சொன்னால் ஒன்றியைந்த உயிரினத்தின் உடலியங்கியலைத் தோற்றுவிப்பதே பாவுலோவ் செய்த ஆய்வுகளின் அடிப்படையாக இருந்தது. மறிவினைகள்மூலம் சுற்றுப்புறச் சூழலுடன் ஓர் உயிரினத்தைத் தொடர்புபடுத்தும் நரம்பு மண்டலத்தின் இயக்கங்களைப்பற்றி அறிவது இதற்கு இன்றியமையாததாயிற்று. உலகத்தில் மிகச் சிக்கல் நிறைந்த செயலான நனவுநிலை உள்ளிட்ட மூளையின் உயர்விடத்து முழுமைச் செயல்களையும் தெளிவாக அறிய, அறிவியலைப் பயன்படுத்தும் பழக்க மறிவினைபற்றிய பாவுலோவின் கொள்கையே அதற்கு அடிப்படையாக அமைந்தது.

பாவுலோவின் புதிய கோட்பாட்டின்படி மறிவினை நுட்ப முறையின் அடிப்படையில் நாம் ஆய்ந்தால்தான் நரம்பு

மண்டலத்தின் முழுமைப்படுத்தும் செயல்முறைகள் அனைத்தையும் அறிந்துகொள்ள இயலுமென இந்நூலில் காட்ட முயன்றுள்ளோம். பொதுவாக மறிவினைச் செயல் ஒவ்வொன்றும் பழக்க மறிவினையும் இயல்பு மறிவினையும் பிரிக்க இயலாநிலையில் இணைந்த ஒன்றாகும். இந்த மறிவினைச் செயல்களே உயிரினங்களின் நிலையான வாழ்வைச் சார்ந்திருக்கிற அனைத்து உடலியங்கியல் இயக்கங்களின் இயல்புகளைக் கணிக்கின்றன.

இதுவரை கிடைத்துள்ள மெய்ம்மைகளைக் கொண்டு மேற்கூறிய அடிப்படைக் கருத்துகளை இந்நூலில் விளக்க முயன்றுள்ளோம். இப்பணியில் நாங்கள் இன்னும் முழுமையான வெற்றியை அடையவில்லை எனக் கருதுகிறோம். என்றாலும், பாவுலோவின் கருத்துகளின் சிறப்பைப் பரப்புவதற்கு எங்களுடைய முயற்சி உதவியாக இருக்குமெனின் எங்களது பணி ஓரளவிற்கு வெற்றி பெற்றதெனக் கருத இடமுண்டு.

மனித இயல்பையும் வாழ்வையும் எல்லையற்றுக் கட்டுப்படுத்தும் அறிவியல்முறைகள் பற்றியும் அவற்றை அறிவியலுக்குத் தரும் முறை பற்றியுமே தாம் கனவு கண்டதாகப் பாவுலோவ் தனது ஆய்வு முடிவுரையில் குறிப்பிட்டுள்ளார். பாவுலோவ் குறித்த உடலியங்கியலின் எல்லையற்ற கட்டுப்பாடு விழுமிய நோக்கங்களுக்குப் பயன்படுவதாகும். நோயுற்றோரின் உடல் துன்பங்களை நீக்குவதையும் அவர்களுக்கு நலத்தை உண்டாக்குவதையும் நோக்கமாகக் கொண்டதே எங்கள் அறிவியற் கண்டுபிடிப்பு. உழைப்பு, ஓய்வு, ஊட்டம் ஆகியவை அமையவேண்டிய முறைபற்றி அறிய அறிவியல் துணை செய்கிறது. காற்றிலேறி விண்ணைச் சாடவும் கடலில் குதித்து ஆழமறியவும் அறிவியல் வழியமைக்கிறது. மனித உடலின் இயக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்தும் விதிகளைக் கண்டறிய உதவுகிறது. அமைதிக்கும் முன்னேற்றத்திற்கும் வழிகோலும் அனைத்துநாட்டு அறிவியல் வளர்ச்சிக்கு இச்சிறு நூலை அளிப்பதன் வாயிலாக அயல்நாட்டு மாணவர்களுக்கும் மருத்துவர்கட்கும் நாங்கள் ஓரளவுக்கு உதவியுள்ளோம் என நம்புகிறோம்.

பைகாவ்,
உருசியக் குடியாட்சியின்
அறிவியற் கழக உறுப்பினர்.

பொருளடக்கம்

பகுதி II

குருதியும் நிணமும் (விளாதிமிரோவ்)

பகுதி III

சுற்றோட்டம் (கோன்தராடி)

உடலியங்கியல் - I

பகுதி I

உடலியங்கியலின் அடிப்படைக் கருத்துகள்

1. உடலியங்கியலும் அதன் வரலாறும்

உடலியங்கியலும் அதன் பிரிவுகளும்

மனிதனும், விலங்கினங்களும் சூழ்நிலையோடு போராடும் போது அவற்றின் உடலில் நடைபெறும் செயற்கூறுகளைப் பற்றி அறிவதே உடலியங்கியலாகும் (Physiology). ஓர் உயிரினத்தின் தலையாய இயக்கங்களை அறிந்துகொள்ள அவ்வுயிரினத்தின் பல்வேறு செயல்கள்—அச் செயல்களிடையே உள்ள தொடர்பு, புற, அகச்சூழலை, அச் செயல்கள் சார்ந்திருக்கும் தன்மை ஆகியவைபற்றிய அறிவு இன்றியமையாததாகிறது. ஓர் உயிரினத்தின் குறிப்பிட்ட செயலைப்பற்றிய பகுப்பாய்வு அவ் வுயிரினத்தின் வாழ்வின் பல நிலைகளில் நிகழும் தலையாய இயக்கத்தை முழுமையாகப் புரிந்துகொள்வதற்குத் துணைபுரிகிறது. பாவ்லோவ் கொண்ட கோட்பாடுகளின் அடிப்படையில் உருவான 'தொகுப்பு உடலியங்கியல்' ஓர் உயிரினத்தின் செயல்களைப்பற்றி ஆழ்ந்து அறிந்துகொள்ளவும், அச் செயல்களைக் கட்டுப்படுத்துவது பற்றி அறிந்துகொள்ளவும் உதவுகிறது.

உயிர்கள் பற்றிய அறிவியலின் தலைசிறந்த பிரிவான மனித உடலியங்கியல் அறிவியலின் மற்றப் பிரிவுகளோடு நெருங்கிய தொடர்புடையது. பல்வேறு செயல்களைச் செய்து வரும் உறுப்புகளையும் திசுக்களையும் பற்றிக் கூறும் உருவமைப்பு பற்றிய அறிவியலான உடற்கூறு இயல், திசுவியல்

போன்றவைகளுடன் உடலியங்கியல் மிக நெருங்கிய—பிரிக்க இயலாத அளவிற்கு மிக நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளது. அத்தோடு மனித உடலின் இயக்கங்களைப்பற்றி ஆய்வுகள் நடத்தும்பொழுது சமுதாயச் சூழ்நிலைகளையும், சமுதாயத்தில் அவனுடைய உழைப்பு போன்றவைகளையும் நாம் மனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

உடலியங்கியல் வளர்ச்சியடைய இயங்கியலும், வேதியியலும் துணைபுரிகின்றன. உயிரினங்களில் ஏற்படும் இயக்கங்களை அறிவதே உடலியங்கியல் அடிப்படையாதலால், அச்செயல்களில் அமைந்துள்ள இயங்கியல், வேதியியல் விதிகளைப் பற்றிய அறிவு இன்றியமையாததாகும். எனினும், உடலியங்கு நிகழ்ச்சிகள் தனி இயல்புடையன. இந்த இயக்கங்கள் படிமலர்ச்சியின்போது தோன்றிய உயிரியல் விதிகளுக்கு உட்பட்டிருப்பதால், இயங்கியல் வேதியியல் விதிகளின் அடிப்படையில் இவ் வியக்கங்கள் அமையினும், முழுக்க முழுக்க இவ் விதிகளாலேயே கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றனவென்று கூற இயலாது.

உடலில் நடைபெறும் வேதியியல் மாற்றங்களைப் பற்றிக் கூறும் உடலியங்கியலின் ஒரு பிரிவான உயிர்வேதியியல், தனி அறிவியலாய் வளர்ந்துவிட்ட போதிலும், உடலியங்கியலோடு இணைந்தே இருக்கிறது.

மருத்துவப் படிப்பிற்கும், மருத்துவத் தொழிலுக்கும் தேவைப்பட்டதனுல்தான் அறிவியலில் ஒரு பிரிவான உடலியங்கியல் வளரலாயிற்று. பல உடலியங்கியல் ஆய்வுக் கருத்துகளை மருத்துவக்கூட முறைகள் உறுதி செய்துள்ளன. நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் போன்ற உறுப்புகளின் பிறழ் செயல்கள், செயலின்மை, நோய் நிலைகளில் உயிர்த்தலிலும், குருதிச் சுற்றோட்டத்திலும் ஏற்படும் மாறுதல்கள் ஆகியவை போன்ற மருத்துவக்கூடங்களில் கண்ட உண்மைகள் உறுப்புகளின் உடலியங்கியல் சிறப்புப்பற்றி யறிய உதவுகின்றன. பாவ்லோவ் கூறியபடி, மருத்துவக் கூடங்களில் நாம் காணும் நிகழ்ச்சிகள் உயிரால் நடத்தப்படும் ஆய்வுகள் எனலாம். இவைகளை ஆய்வுக்கூடங்களில் செய்ய முடியாது. ஏனெனில், துன்ப முடிவுகளைத் தரும் ஆய்வுகளுக்கு எந்த மனிதனையும் உட்படுத்த முடியாது.

மனிதன், விலங்குகள் ஆகியவற்றின் இயக்கங்களை முழுமையாக அறிந்துகொள்ள உடலியங்கியல், தன்னுடைய

வளர்ச்சியின்போதே பல்வேறு ஆய்வு முறைகளையும், பயிற்சிகளையும் கொண்ட பிரிவுகளை உருவாக்கிக் கொண்டது.

மனித உடலிலும், உயர் விலங்குகளின் உடலிலும் நடத்திய ஆய்வுகளின் அடிப்படையிலேயே உடலியங்கியல் வளர்ந்துவருகிறது. எனவே, இவ்வாய்வுகளிலிருந்துகிடைக்கும் உண்மைகள் ஆய்வுக்கூடங்களில் பயன்படுத்தப்படும் நாய், பூனை, முயல், கினி-பன்றி, எலி, சுண்டெலி முதலிய பாலூட்டிகளுக்குப் பெரும்பாலும் பொருந்தும். படிமலர்ச்சிக் கொள்கை தோன்றியவுடன் விலங்கினங்களின் வளர்ச்சியின் பல்வேறு நிலைகளில் நிகழும் உடலியங்கியல் நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய ஆய்வு சிறப்பிடம் பெற்றது. இந்த ஆய்வுகள் பின்னர் ஒப்பு உடலியங்கியலாக உருவாகியது. இந்த ஒப்பு உடலியங்கியல், முதுகெலும்புடையவை, முதுகெலும்பற்றவை ஆகியவைகளின் பல்வேறு உயிரினங்களின் இனவழி வளர்ச்சியின்போதும், தனிஉயிர் வளர்ச்சியின்போதும் தோன்றி, வளரும் உடலியங்கியலை அறிய உதவுகிறது.

சுற்றுச் சூழல் விலங்குகளின் இயக்கங்களைத் தூண்டுவதனுல் ஏற்படும் சிக்கல்களைப் பற்றிக் கூறுவது சூழ்நிலை-உடலியங்கியல் எனப்படும். பல்வேறு விலங்கினங்களின் உடல் இயக்கத்தில் அவைகளின் வாழ்க்கைச் சூழலையொட்டி ஏற்படும் தனித்தன்மைகளை இப்பிரிவு விளக்குகிறது. சுற்றுச் சூழலின் இயங்கியல் வேதியியல் கூறுகளும், சுற்றியுள்ள இடத்தின் இயல்பும், தட்பவெட்ப நிலைகளும், ஒவ்வொரு விலங்கிற்குமுள்ள தனிப் பண்புகளும் இவ்வுயிரினங்கள் வாழும் சூழ்நிலையை உருவாக்குகின்றன. இந்த சூழ்நிலை உடலியங்கியல் தரும் உண்மைகளைச் சற்றுத் திருத்தியமைத்து, மனித உடலியங்கியல் புறச்சூழலுக்கு ஏற்ப மாறுபடும் முறையை அறிந்து கொள்ள முடியும்.

உடலியங்கியல் தன்னுடைய வளர்ச்சியின்போது பயனுள்ள பல்வேறு பிரிவுகளுக்கு அடிகோலி வந்துள்ளது. வேளாண்மைத்துறை விலங்குகளின் உடலியங்கியல் அவற்றில் ஒன்ருகும்.

மருத்துவ மனைகளில் கண்ட சில சிக்கல்களை விளக்கிட எழுந்த நூல் மருந்தக உடலியங்கியல் (Clinical Physiology) ஆகியது. இவ்வியல் மருத்துவத் துறைகளின் அடிப்படையான பல்வேறு கருத்துகளைக் கூறுகிறது. சிறப்பாகப் பாவ்லோவினுல் உருவாக்கப்பட்ட வேறு சிக்கல்களுக்கு விடை காணவும், செரித்தல் நரம்பியக்கம் நரம்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகளை அறியவும் உதவும் இம்மருந்தக

உடலியங்கியல் பெரும் முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளது. மருந்தக உடலியங்கியல் சார்ந்த அகச் சுரப்பியின் பணிகள், குருதிச் சுற்றோட்டம், வளர்சிதைமாற்றம் ஆகியவற்றின் பல் வேறு சிக்கல்களைத் தீர்ப்பதற்கு உதவுகின்றன. நோயுற்ற உயிரின் உடலியங்கியலை அறிவது இயற்கை அறிவியல் எண்ணத்திற்குத் துணையான பயிற்சிப் பள்ளியாக இருக்கிறது. எனவே, சோவியத் கூட்டாட்சி, அமெரிக்கக் குடியரசு, மேலும் பல நாடுகளின் மருத்துவமனைகளும், உடலியங்கியல் ஆய்வுக் கூடங்களும் இணைந்து செயல்படுகின்றன.

உடலியங்கியலின் தோற்றம்

உடலின் அமைப்பு, உடலியங்கியலின் செயல்கள் முதலியன பற்றித் தெரியாமல் நோய்களைத் தீர்க்க முயல்வது வீண்முயற்சி என்பதைப் பண்டைய மருத்துவர்கள் அறிந்திருந்தனர். பண்டைய கிரேக்க, உரோம மருத்துவர்களும், சிந்தனை யாளர்களும் உடலுறுப்புகளின் செயல்களை அறிவதற்கு முயன்றனர். ஆயினும், அவர்களின் முடிவுகள் பெரும்பாலும் நுனிப்புல் மேய்ந்த தன்மையி லமைந்திருந்தன.

மேற்கு ஐரோப்பிய நாடுகளில், முதலாளுவம் தோன்றி வளர்ந்தபோது ஏற்பட்ட சமுதாயப் பொருளியல் மாறுதல்களோடு அறிவியல் துறைகளும் விரைவாக வளர்ந்தன. அக் காலத்தில் பல்வேறு அறிவியலாளர்கள் தோன்றி, புதிய கருத்துகளை வெளியிட்டனர். பூமி ஞாயிறைச் சுற்றிச் சுழன்று வருகிறதென நிறுவி இன்றைய வானநூலுக்கு அடிகோலிய கோபர்நிகசு, ஈர்ப்புவிதி, பொறித்துறை பற்றிய அடிப்படைக் கருத்துகளைத் தந்த நியூட்டன், உடற்கூறு பற்றிய தவறுன எண்ணங்களை நீக்கி உடலமைப்பின் சிறப் பான இயல்புகளைக் கூறிச் சென்ற வெசேலியசு, பட்டறிவின் அடிப்படையில் அமையும் அறிவே உண்மை எனக் கூறிய பேகன், பொறியியல் விதிகளைக் கொண்டு வான்கோள்கள், விலங்குகள் முதலியவற்றின் இயக்கங்களை விளக்கிய தெசுகார்டீசு போன்றவர்கள் குறிப்பிடத்தக்க சிலராவார்.

300 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, மனிதன் விலங்கு போன்றவை களைப் பற்றிய அறிவு தெளிவற்றதாயும் பழமை விரும்பிகளின் கையிலும் இருந்த காலத்தில் அறியாமை இருளை நீக்கி ஒளிதந்த அறிவியலாளரான வில்லியம் ஃகெர்வி விலங்குகளின் குருதிச் சுற்றோட்டத்தைக் கண்டுபிடித்தார்.

இவருடைய கண்டுபிடிப்பு மனித அறிவுக்கு மற்ருெரு படைய லான விலங்கு உடலியங்கியலைத் தந்தது.



வில்லியம் ஃகார்வி

குருதியின் சுற்ருேட்டத்தை ஃகார்வி கண்டுபிடித்த 1628ஆம் ஆண்டு உடலியங்கியலுக்கு அடிகோலிய நாள் மட்டுமன்றி உயிரினங்களின் செயல்களை அறிய நடத்திய முதல் ஆய்வு நடந்த நாளுமாகும். ஃகார்வி உருவாக்கிய உயிர் அறுவை முறை, தோல் திசு முதலியவற்றைக் கிழிப்பதன் மூலம் உடலின் உறுப்புகள் வெளியில் தெரியச் செய்து அவைகளின் இயக்கங்களை நேரடியாக அறிந்துகொள்ள உதவியது. பல்வேறு சூழ்நிலைகளில் நடைபெறும் உடலியங் கியலைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணி கண்டுபிடித்து உறுதிப் படுத்துவதே, ஃகார்வி செய்த விரிவான ஆய்வுகளின் குறிக்கோளாக இருந்தது.

பாவ்லோவின் காலத்திற்கு முன் உடலியங்கியலின் வளர்ச்சி

17, 18ஆம் நூற்ருண்டுகளிலும், 19ஆம் நூற்ருண்டின் முதற் பகுதியிலும் உடலியங்கியல் மெல்ல மெல்ல வளர்ந்தாலும், அந் நாட்களில் கண்ட சில உண்மைகள் அவ் வியல் மேற் கொண்டு வளரப் பெருந் துணையாக இருந்தன. 1661-ல் மால்பீசி என்பவர் தந்துகிக் குழல்களைக் கண்டுபிடித்தார். 1732-ல் மறைத்திரு ஃகேல்சு குருதியழுத்தத்தை அளந்தார். 1738-ல்

குழம்புகளின் இயக்கங்களைப்பற்றிய பெர்னௌல்லியின் ஆய்வுகள் இன்றைய குருதி இயக்க முறைகளுக்கு அடிகோலின. போர்லி என்பவர் உயிர்த்தலின் நெஞ்சில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அறிவியலடிப்படையில் விளக்கியதோடு எலும்புத் தசை நெம்புகோல்களின் இயக்க முறையையும் விரிவாக விளக்கினர். ரௌமர், சிபாலாஞ்சனி என்ற இருவரும் அகட்டு நீரின் பண்புகளை ஆய்ந்தறிந்தனர். 18ஆம் நூற்றுண்டில் வைட் என்பவர் தவளையின் தண்டுவடத்தை அழித்தபின் அதன் கால்களைக் கிள்ளியபோது எவ்வகை மாற்றமோ, அசைவோ இன்றி அஃது இருப்பதை முதன் முதலாகக் காட்டினர். இவருடைய இவ் வாய்வுகள் பிற் காலத்தில் தோன்றிய மறிவினைக் கொள்கைக்கு வழிகோலியது.

உயிரினங்களின் உடலில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளை வேதியியல் விதிகள், உயிரற்ற பொருளை இயக்கும் விதிகள் ஆகியவற்றினடிப்படையில் அறிந்துகொண்டதே 18ஆம் நூற்றுண்டின் உடலியங்கியல் அடைந்த சிறப்பான குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றமாகும். 1740-ல் மிக்காயில் லோமனேசோவ் என்பவர் பொருள், இயக்கம் ஆகியவற்றின் நிலை விதிகளையும், பொருளின் அமைப்பிலேற்படும் இயக்கங்களைப் பற்றிய கொள்கைகளையும் அறிவியலுக்குத் தந்தார். மேலும், அவர் உயிரிய மேற்றிய உலோகப் பொருட்கள் காற்றின் குறிப்பிட்ட கூறுகளை உறிஞ்சும் தன்மை பெற்றுள்ளன என்றும், அதைக் கொண்டு காற்று பல்வேறு ஆவிகள் கலந்த ஒரு கலவை என்றும் கண்டு பிடித்தார் (1748). முப்பது ஆண்டுகட்குப் பின்னர் உயிரியம் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. காற்றிலுள்ள உயிரியத்தால் உடலிலுள்ள கரிக்கூடல் பொருட்கள் உயிரிய மாறுபாடடைவதே உயிர்த்தல் என்று இலவாய்சர் காட்டினர். உயிரினங்கள் உயிரியத்தைப் பயன்படுத்தும் போது ஏற்படும் வெப்பத்தை அளப்பதன் மூலம் கரிக்கூட்டுப் பொருட்கள் உயிரினங்களின் உடலில் உயிரியம் ஏற்றப்படும் பொழுதும், உயிரினங்களுக்கு வெளியே எரியும் பொழுதும் வெப்பத்தினளவு ஒன்றுக இருக்கின்றதென லவாய்சர், இளாபிளாசு ஆகியோர் காட்டினர்கள்.

இதனுல் உயிர்த்தல் என்பது ஒரு உயிரியமேற்றும் வேதியியல் மாற்றமென்ற எண்ணமும், 'விலங்கு வெப்பம்' என்றழைக்கப்படுவது உயிரிய மேற்றலின் மாற்றத்தால் விளையும் ஆற்றலே என்ற எண்ணமும் எழுந்தன. இவ்வாருக, உயிரற்றவைகளுக்கும், உயிருள்ளவைகளுக்கும் உள்ள தொடர்பு உறுதிப்படுத்தப்பட்டது.

திசுக்களுக்கு, சிறப்பாக, நரம்புகளுக்குத் தூண்டப்படும் தன்மை இருக்கிறதென்ற கொள்கை 18ஆம் நூற்றுண்டில்தான் தோன்றியது. இது சோகன் சுமுல்லர், மார்சல் கால் என்ற இருவர் வகைப்படுத்திய மறுவினைக் கொள்கைக்கு முன்னேடியாக இருந்தது. ஆயினும், இக் கொள்கைகள் பாவ்லோவ், செகனேவ் போன்றவர்களுக்கு முன் எவ்வகை வளர்ச்சியும் பெறவில்லை. 1812-க்கும் 1830-க்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் மூளை, தண்டுவடம் ஆகியவற்றின் பல்வேறு பகுதிகளின் செயல்களை அறிவதில் லெகாலாய்சு, மெக்கண்டி, புளுரென்சு போன்றவர்கள் ஈடுபட்டிருந்தனர்.

இவ்வாறுக, சென்ற நூற்றுண்டின் நடுவிலேயே குருதியோட்டம், உயிர்த்தல் ஆகியவற்றின் உண்மைகளை உடலியங்கியல் பெற்றது. மறுவினை பற்றிய கொள்கைகள் வளர்ச்சியடைந்தன. ஏறக்குறைய உடலின் எல்லா உறுப்புகளையும் ஆய்வதற்கான முறைகளும் உருவாகியிருந்தன. உடலுறுப்புகளின் நுண்ணிய அமைப்பினைக் கொண்டு அதன் செயலை யறியும் அளவிற்கு உடலியங்கியல் தன்னை வளர்த்துக் கொண்டது.

இதுவே, உடலியங்கியல் தன்னுடைய இரு நூற்றுண்டு கால வாழ்வில் பெற்ற வளர்ச்சியின் வரலாற்றுச் சுருக்கமாகும். 18ஆம் நூற்றுண்டின் பிற் பகுதியில் ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் எழுந்த உடலியங்கியல் இயற்கை அறிவியலில் நன்றுக வளர்ந்துவிட்டதொரு பிரிவாக விளங்கியது. இவ்வியல் குறிப்பிடத்தக்க மெய்ம்மைகளையே அடிப்படையாகக் கொண்டு வளர்ந்துவந்த போதிலும் குருதியோட்டம், உயிர்த்தல் ஆகியவற்றைத் தவிர உயிரினங்களின் மற்ற செயல்களைப் பற்றிய மெய்ம்மைகள் ஒன்றேடொன்று தொடர்பின்றியும், முரண்பட்டுமிருந்தன.

19ஆம் நூற்றுண்டின் பிற்பகுதிக்கு முன்னர் நடத்திய ஆய்வுகளின் சிறப்பு என்னவெனில் இந்த ஆய்வுகளைச் செய்த அறிவியலாளர்கள் கூட்டுச் சேராது தனித்தனியாகவே ஆய்வுகளை நடத்தி வந்ததே. இவர்களுக்கென்று உடலியங்கியல் ஆய்வுக் கூடங்களும் இருந்ததில்லை. உருப்பெருக்கி, அறுக்கப் பயன்படும் சிறு கருவிகள், அளவு கோல்கள், வெப்ப அளவைகள், வேதியியல் பொருட்கள் போன்ற ஆய்வுக்கூடத் துணைகளைத் தவிர வேறு கருவிகளும், முறைகளும் அவர்கள் பெற்றிருக்கவில்லை. லவாய்சரின் கலவை அளவையும், இலேய்டன் சாடிகளுமே அக்காலத்தில் மிகப் பெருந்துணைக்

கருவிகளாகக் கருதப்பட்டு வந்தன. 1820-க்கும் 1850-க்கும் இடைப்பட்ட காலத்திலேயே அழுத்த அளவை, மின்னோட்ட அளவை போன்ற அளவைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவ்வாறு 19ஆம் நூற்றுண்டின் நடுவிலேயே அறிவியலின் தனிப்பிரிவான உடலியங்கியல் முழு வளர்ச்சி பெறத் தொடங்கி விட்டது. ஆனுல், இவ் வுடலியங்கியலை உருவாக்கியவர்கள் பிசாட், மெச்சண்டி, பெல் போன்ற உடற்கூறியலாளரும் விலங்கியலாளரும், லாவாய்சர், பாய்லி போன்ற இயங்கியலாளரும், வேதியியலாளருமே ஆவார்கள்.

ஏறக்குறைய 19ஆம் நூற்றுண்டின் பிற்பகுதியில் மற்ற அறிவியல்களுடன் சேர்ந்து உடலியங்கியலும் மிக விரைவாக வளரத் தொடங்கியது. இக் காலத்தில் அகத் துறைகளில் முன்னேற வேண்டும் என்ற எண்ணம் விரைவாக வளர்ந்தது. முன்னேற்றத்திற்கு இயற்கையைப் பற்றித் தெளிவாக அறிந்து கொள்வது இன்றியமையாது போகவே இயற்கை அறிவியல் விரிவடையத் தொடங்கியது.

அக் காலத்தில் தோன்றிய ஆற்றல் பேணும் விதி, உயிரணுக் கொள்கை, படிமலர்ச்சிக் கொள்கை ஆகிய இயற்கை இயலின் மூன்று கண்டுபிடிப்புகளும் உயிர்கள் பற்றிய அறிவியலின் வளர்ச்சியை முடுக்கி விடுவதற்குக் காரணமாயிருந்தன. வேதியியல், இயங்கியல் முதலியவற்றின் முன்னேற்றம் அக்கால உடலியங்கியல் ஆய்வாளர்களுக்கு உயிரினங்களிடத்து நடைபெறும் வேதியியல் மாற்றங்களை விளக்கவும், உடலியங்கியலின் அளவுகளைக் கணக்கிடவும் பல முறைகளைத் தந்துதவி அவர்களின் முயற்சிக்கு உறுதுணையாக விருந்தது. எல்ம்காட்சு, இலுட்விக்மாரே மற்றும் பலரால் உருவாக்கப்பட்ட வரைப்படப் பதிவு முறையால் தசைகள் சுருங்குதல், நரம்புகளில் மின் மாற்றங்கள் பரவுதல், இதயம், குருதிக் குழல்கள் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் வேறுபாடுகள் முதலிய செயல்களைத் துல்லியமாகக் குறித்துக்காட்ட முடிந்தது. இம்முறை உடலியங்கியலாளருக்கு, உடலியக்கங்களை அறிந்து அளப்பதற்குப் பேருதவி புரிந்தது. இம் முறைப்படி இதயச் சுழலின் பல்வேறு நிலைகளுக்கும், குழல்களின் குறுதியழுத்த வேறுபாடுகளுக்கும் உள்ள தொடர்புகள் அறியப்பட்டன. நரம்புகளின் தூண்டற் கடத்தலின் விரைவுக் கூறினை அளக்க முடிந்தது.

19ஆம் நூற்றுண்டின் பிற்பகுதியில் நுண்ணியங்களின் அமைப்பைப் பற்றிய அறிவின் துணையால் உடலுறுப்புகளின் செயல்களுக்கும், அவ் வுறுப்புகளை உருவாக்கும் நுண்ணியங்கள், திசுக்கள் ஆகியவற்றின் சிறப்பமைவிற்கும் உள்ள தொடர்பினை அறிய முடியும் என்றறியப்பட்டது. உயிரினங்களின் செயல்களுக்கும், திசுவமைப்பிற்கும் உள்ள தொடர்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எடுத்துக்காட்டாக, நரம்பு மண்டலத்தில் செயல்களுக்கும் நரம்பு நுண்ணியங்களின் அமைப்பிற்கு முள்ள தொடர்பினைக் கூறலாம். ஆற்றலைப் பேணும் விதி, ஆற்றலின் மாற்ற விதி முதலியவற்றின் கண்டு பிடிப்பால், ஆற்றலிழப்பு, ஆற்றல் குவிப்பு என்ற அடிப்படையில் உடலியக்கங்களை அளந்தறிய முடிந்தது (மேயர் புளுசர், பாசூதீன், லிகாசோவ், ரூப்னர்).

பின்னர், உயிரினங்களின் உறுப்புகள், மண்டலங்கள் ஆகியவற்றின் தனித் தனிச் செயல்களை அறிவதிலும், அவைகளைக் கட்டுப்படுத்தும் பொருள் நுட்பங்களை அறிவதிலும் பெரும் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது. இந் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் ஏறக்குறைய எல்லா உறுப்புகளின் செயல்களைப் பற்றியும் பொதுவாகத் தெரிந்திருந்தது எனலாம். வீபர்பீசால்டு, சையான், பாவ்லோவ் போன்றோர் இதயத்தின் மீது நரம்பு மண்டலத்தின் செயலையும், பெர்னுடு இலுட்விக், வால்தெர், ஒவ்சையாணிகோவ் போன்றோர் குருதிக் குழல்கள்மீது நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்களையும், புளுசர், மிசுலாவ்சுகி, லாங்லே போன்றோர் உணவுப்பாதை, மூத்திரப் பை முதலியவற்றின் வரியிலாத் தசைகளின்மீது நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்களையும் பற்றி ஆய்வுகள் நடத்தினர். 1880, 1890-ல் செரித்தலியல் பற்றிய பாவ்லோவின் விரிவான ஆய்வுகள், புதிய முறைகளின் அடிப்படையிலும் அமைந்திருந்தன. பாவ்லோவினுல் உருவாக்கப்பட்ட இம் முறை இன்று பெருவளர்ச்சியடைந்துள்ள அறிவியல் பிரிவாகும்.

உடலின் உயிருள்ள திசுக்களில், சிறப்பாக, நரம்பு, இயக்குத் தசை முதலியவற்றில் நடைபெறும் மின்னியல் நிகழ்வு பற்றிய ஆய்வுகள் உயரினங்களின் உடலியக்கங்கள் பற்றிய ஆய்விற்கு மேலும் துணை செய்தன. இவ் வாய்வுகள் 18ஆம் நூற்றுண்டின் இறுதியில் கால்வனி என்பவரால் தொடங்கப் பெற்றன; சென்ற நூற்றுண்டினிடைக் காலத்தில் பெரிதும் வளர்ச்சி யடைந்தன (டூபாய்சு-ரெய்மாண்டு).

நரம்பு, தசை முதலியன தூண்டப்படும்பொழுது தோன்றும் மின்னழுத்தத்தை ஆராய்ந்த எர்மான், வெடனுசுகி என்ற இருவர் கிளரலைக் கருத்தினை உருவாக்கினுர்கள். மேலும், இக் காலத்தில் (19ஆம் நூற்ருண்டின் பிற்பகுதி) ஓரின விலங்குகளின் இயல்பான மறிவினைகள் பற்றிய ஆய்வுகள் நடைபெற்றன. இவ் வாய்வுகளின் முடிவுகள் தனிச் சிறப்புடையன. ஏனெனில், அவை உடலுறுப்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் இயல்பு (உடன் பிறந்த) நுட்பங்களை யறியவும், நரம்பு மண்டல நோய்களை யறியவும் பயன் படுகின்றன (60ஆம் இயலைப்பார்க்க). 1850ஆம் ஆண்டு புளூசர் நரம்பு மையங்களின் கிளர்ச்சியின் கதிர் வீச்சு பற்றி ஆய்ந்தறிந்தார். 1862-ல் செகனேவ் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் தடைச் செயல்களைக் கண்டுபிடித்தார். மேற்கூறிய ஆய்வுகள் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் தடைச் செயல்களைக் கட்டும் காரணிகளையும், மறிவினைகளில் அவைகளின் பங்கினையும் அறிந்து கொள்ள உதவின. இதன்பின் நடுநரம்பு மண்டலத்தைப் பற்றிய ஆய்வுகள் தடைச் செயல்களையும் சேர்த்துக் கொண்டிருக்கின்றன. ஏனெனில், நடுநரம்பு மண்டலத்தின் செயல்கள் தூண்டல், தடை என்பன இல்லாமல் நடைபெறுவதில்லை.

19ஆம் நூற்ருண்டின் பிற்பகுதியில் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் பல்வேறு பகுதிகளின் இயல்புகள் பற்றி விரிவான ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டன. மூளை, தண்டுவடம் ஆகியவற்றின் பல்வேறு பகுதிகளைத் தூண்டல் செய்து அதன் முடிவுகளைக் கொண்டே இவ் வாய்வுகள் நடத்தப்பட்டன (புளூரன்சு, மெகண்டி, கோல்ட்சு, பிரிட்சு, கிட்சிக், பெர்ரியர், மிசுலாவ்சுகி, பெக்தெரேவ், மற்றும் பலரும் நடத்தினர்).

கண், காது ஆகிய புலன்கள் பற்றிய ஆய்வும் (எல்ம்காட்சு), இயக்கு தசை, உடலின் உள்ளுறுப்புகள் ஆகியவற்றிலுள்ள நரம்பமைப்புகளின் செயல்கள் பற்றிய ஆய்வும் 19ஆம் நூற்ருண்டின் பிற்பகுதியிலேயே தோன்றின (செகனேவ், கெரிங், பாவ்லோவ், செரிங்டன், இலுட்விக், சியான்).

குளுகோசு கிளைக்கோசனக மாறுதல், கல்லீரலில் புரத வளர் சிதைமாற்ற வினைபொருட்கள் மாற்றப்படுதல் முதலிய இடைநிலை வளர்சிதை மாற்ற வினைவு பற்றிய ஆய்வுகளும் 19ஆம் நூற்ருண்டின் பிற்பகுதியிலேயே தொடங்கின. பல்வேறு உறுப்பு, திசுக்களின் வேதியியல் சேர்க்கைகளையும்,

அவற்றில் ஏற்படும் வேதியியல் மாற்றங்களையும் பற்றிய அன்று தொடங்கிய அறிவு விரிவடைந்து இன்று உடலியங்கியலின் ஒரு பிரிவாக வளர்ந்துவிட்டது.

உருசியாவில் உடலியங்கியல் வளர்ந்த வரலாற்றினைச் சுருக்கமாகக் கூற முனேவோமெனில் 19ஆம் நூற்றுண்டின் முற்பகுதியில் வால்தரும், பாசோவும் செய்த ஆய்வுகளே அறிவியல் துறையின் சிறப்பான வெற்றியெனக் கூற வேண்டும். 1842-ல் பிரகோவின் மாணவரான வால்தர் (1817-89) தவளையின் பின்தொடை நரம்புடன் பரிவு நரம் பிழைகளைக் குறுக்காக வெட்டினுல் அதன் கால்விரல்வலையின் குருதிக் குழல்கள் விரிவடைகின்றனவென்று காட்டினுர். அதே ஆண்டில் போசோவ் (1812-79) ஒரு விலங்கின் வயிற்றில் துளையிட்டு அகட்டுப்புரை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் நெடு நாட்களுக்குத் தொடர்ந்து ஆய்வுகள் நடத்த முடியு மென உடலியங்கியல் வரலாற்றிலேயே முதன் முதலாகக் காட்டினுர். எனினும், வால்தரும், பாசோவும் தங்களுடைய கண்டுபிடிப்பின் சிறப்பை யறியாது அவைகளையே மேலும் வளர்க்காது போயினர். குருதிக் குழல்கள் நரம்பூட்டப்பட் டிருக்கின்றன என்ற கொள்கையை கிளாட் பெர்ஞடு என்பவர் உருவாக்கினுர். ஆனுல், உடலியங்கியலின் வளர்ச்சியில் புதுமையான மாறுதல்களை உருவாக்கியவர் பாவ்லோவ் என்பவரே ஆவார்.

உருசிய நாட்டு உடலியங்கியலில் செகனேவின் படைப்புகள் சிறப்பிடம் பெறுகின்றன. பழைய சிம்பிர்சு குவெர்னியாவில் 1829-ல் செகனேவ் பிறந்தார். படையின் பொறியியல் பிரிவில் சிலகாலம் பணியாற்றியபின் மாசுகோ பல்கலைக் கழகத்தில் மருத்துவத் துறையில் சேர்ந்தார். அங்கு கிளபோவ், ஆர்லோவ்சுகி போன்றோரை வழிகாட்டிகளாகக் கொண்ட செயல் முறை, நூல் முறை உடலியங்கியல்களைக் கற்றுர்.

செகனேவ், உலகினைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்ள மருத்துவத்துறை மட்டுமின்றி, கிரானேவ்சுகியின் வரலாற்று விரிவுரைகளும் புரட்சிகர மக்களாட்சிக் கொள்கை யாளரான எர்சனின் மெய்யறிவுப் படைப்புகளும் உருவாக்கிய கருத்துச் சூழல் கொண்ட பல்கலைக் கழகம் முழுமையும் உதவின. செகனேவின் புதுப் படைப்புகளுக்கு அடிப்படை யான பொருண்மையாளர் நோக்கு, அவர் பல்கலைக் கழகத்தில் பயிலும்போதே உருவாகியிருந்தது. செகனேவ்

பட்டம் பெற்ற பின் 1856-ல் அறிவியல் மேற்பார்வைக்காக அயல் நாடு சென்ருர். அங்கு அவர் இலுட்விக், எல்ம் கால்ட்சு, கிளாட்பெர்ணுடு ஆகியோருடைய ஆய்வுக் கூடங் களில் பணியாற்றினுர்.



செசுனேவ்

உருசியாவுக்குத் திரும்பியதும், பீட்டர்சுபர்க்கில் மருத்துவ அறுவைத் துறை [இது பின்னர் படை மருத்துவத்துறை என அழைக்கப் பட்டது] யின் தலைவராயிருந்தார்.

1862-ல் செசுனேவ் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் தடை நிகழ்ச்சிகளைக் கண்டுபிடித்தார். 1863-ல் செசுனேவின் சிறந்த படைப்பான 'மூளையின் மறிவினைகள்' என்ற நூலை வெளியிட்டார். இந் நூலில் அவர் உள்ளத்தின் நிகழ்ச்சிகளைப் பொருண்மை அடிப்படையில் விளக்கினுர். இந் நூலைக்கண்ட தார் அரசு இவர் மீது ஐயம் கொண்டது. ஆனுல், இவர்மீது சட்டப்படி நடவடிக்கை எடுத்தால் இந் நூல் மேலும் பலரின் கவனத்தை ஈர்த்துவிடுமே என்று எண்ணிய இரண்டாம் அல்லக்சாண்டருடைய அரசு இவர்மீது நடவடிக்கை எடுக்க வில்லை. இதன் பின்னர் செசுனேவ், ஓடீசா, பீட்டர்சுபர்க், மாசுகோ பல்கலைக் கழகங்களில் பணியாற்றினுர். 1905ஆம்

ஆண்டு நவம்பர் 15ஆம் நாளன்று மாசுகோவில் இவர் உயிர் நீத்தார்.

அறிவியல் துறை வரலாற்றில் செகனேவ் ஒரு பெரும் சிந்தனையாளராகவும், அறிவியலாளராகவும் போற்றப் படுகிறார். இயற்கையின் மிகச் சிக்கலான நணவு நிகழ்ச்சியை இயற்கை அறிவியல் பகுப்பாய்வுகள் மூலம் விளக்க முடியு மென்று முதன் முதலில் காட்டியவர் இவரே.

செகனேவிடம் பயின்ற மாணவர் பலர். அவர்களில் சிலர் பிற்காலத்தில் சிறந்த அறிவியலாளர்களாக விளங்கினர். எடுத்துக்காட்டாக, சுபைரோ என்ற மாணவர் எதிர் செயலாற்று மையங்களில் பரிமாற்றத் தடை நிகழ்வதைக் கண்டார் (இந்தக் கண்டுபிடிப்பினை விரிவுபடுத்தியே ஆங்கில ஆய்வாளர் செரிங்டன் பெரும் புகழ் அடைந்தார்). செகனேவின் மற்றொரு மாணவரான பாசுதீன் உருசியாவின் முதல் நோயியல் பள்ளியைத் தோற்றுவித்தார். இவர் இலிக்காச்சோவ் என்பவருடன் சேர்ந்து மனித உடலில் உருவாகும் வெப்பத்தினைக் கணக்கிடும் முறைகளைக் கண்டு பிடித்தார். சிறந்த உடலியங்கியலாளரான வெரிகோவைப் போலச் சிறந்த மருந்தியலாளரான கிராவ்கோவ் என்பவரும் செகனேவின் மாணவரேயாவார். கிராவ்கோவ் தொடர்ந்து திசுக்களில் மின்னூற்றலைப் பாய்ச்சுவதனால் விளையும் மாறுதல்களைப் பற்றி ஆய்ந்ததோடு, குருதி, கரி-யிருயிரியை எடுத்துச் செல்வதில் இரும்பக நிறமி உயிரியத்தை உள் ளிழுப்பதும் வெளிவிடுவதும் பெரும்பங்கு கொண்டுள்ளது எனவும் கண்டுபிடித்தார்.

பொது வளர்சிதை மாற்ற நிகழ்ச்சிகளைக் கண்டுபிடித்த சாட்டர்னிகோவும், உயிருள்ள திசுக்களில் நிகழும் மின் நிகழ்ச்சிகளைச் சிறப்பாக ஆய்ந்தறிந்த சமாய்லோவும் செகனேவின் உடனுழைப்பவர்களாக இருந்தனர். சமாய்லோவ் என்பவர் நரம்புகளிலிருந்து தசைகளுக்கும், நடுநரம்பு மண்டலத்தில் ஒரு நரம்பிலிருந்து மற்றொரு நரம்பிற்கும் கிளர்ச்சி கடத்தப்படுவது வேதியியல் நுட்பங்களா லேயே நடைபெறுகிறது என்ற கொள்கையை உருவாக்கினார்.

பீட்டர்சுபர்க் பல்கலைக் கழகத்தில் செகனேவ் பணி யாற்றும்போது அவரிடம் பயின்ற மாணவர்களில் ஒருவர்

நிக்கோலாய் எவ்செனிவிக் வெடன்சுகி (1852-1922) என்பவர். செகனேவ், பாவ்லோவ் இருவருக்கும் அடுத்து உருசியாவின் சிறந்த உடலியங்கியலாளராகக் கருதும் அளவு தகுதி யுடையவர் இவரே. இவர் உருசியாவின் புரட்சி யியக்கத்தில் பங்குகொண்டவர். உடலுக்கு வெளியே எதிரெதிர்ச் செயல்களை யுடைய நிகழ்ச்சிகளான தூண்டுதலும் தடையும் உடலுள் ஒன்றியைந்து செயல்படுகின்றன என்ற கொள்கையை ஆய்வுகள் மூலம் வெடன்சுகி என்பவரே நடத்தினர். உக்டோம்சுகி என்பவர் வெடன்சுகுயின் கொள்கையை வளர்த்தார்.

1860-லிருந்து 1879 வரை பீட்டர்சுபர்க்கில் பணியாற்றிய உடலியங்கியலாளர்களில் ஒருவரான சியான், இலுட்விக்குடன் சேர்ந்து தமனியழுத்த மாறுபாடுகளால் தூண்டப்படும் ஏற்பிகள் என்ற சிறப்பு நரம்பமைப்புகள் பெருந்தமனி வளைவில் இருக்கின்றனவென்று நிறுவினர். மற்றொருவர் குழலியக்க மையங்களைப்பற்றியும், நரம்பு மண்டலத்தின் நுண்ணமைப்பு மையங்களைப்பற்றியும் கண்டறிந்த ஒவ்சியானிகோவ் ஆவார். இன்னொருவர் தோல் மின்னூற்றல் மறிவினையைக் கண்டுபிடித்த தார்க்கனேவ் என்பவராவார்.

கோவலேவ்சுகியும் அவருக்குப் பின்வந்த மிசுலாவ்சுகியும் பணியாற்றிய கசான் பல்கலைக் கழகத்திற்கு உருசிய நாட்டு உடலியங்கியல் வரலாற்றில் தனியிடம் உண்டு. ஓர் உயிரினத்தி னுடலில் கரி-யிருயிரியை தேங்குவதால் குருதியழுத்தம் உயர் கிறது என்று கோவலேவ்சுகி கண்டுபிடித்தார்.

முகுளத்தில் உயிர்ப்பு மையங்களின் அமைவிடங்களைச் சான்றுடன் நிறுவியதோடு பிசுலாவ்சுகி என்பவர் பெக்தரீ வுடன் சேர்ந்து பெருமூளைப் புறணியின் தூண்டல்கள் சுற்றோட்டத்தையும் உயிர்த்தலையும் வயப்படுத்துகின்றன வென்று கண்டுபிடித்தார். உடலியங்கியலின் பல்வேறு பிரிவு களுக்கும் தொடர்புடைய பல இன்றியமையாத கண்டு பிடிப்பு களைக் கார்கோவைச் சேர்ந்த தானிலேவ்சுகியும், கீவைச் சேர்ந்த பேராசிரியர் சாகோவெட்சும், தோம்பசுகைச் சேர்ந்த பேராசிரியர் குலையப்கோவும் கண்டுபிடித்தனர்.[1]

[1]மேலே கூறப்பட்டவர்களைத் தவிர பாபுகின், பூப்னேவ், சோபாலோவ், ரோகோவிச், பெட்சு சோகோவினின், சுமிர் னேவ், உசிடிமோவிச், லண்டன் போன்ற உருசிய அறிவியலாளர்கள் இந் நூலில் அவர்கள் செய்த ஆய்வுகளைப் பற்றிச் சுட்டப்படும்போது குறிப்பிடப்படுவார்கள்.

ஆயினும், உருசியாவில் உடலியங்கியல் வளர்ச்சியில் பெரும் தொண்டாற்றியவர் பாவ்லோவ் ஒருவரே.

1849ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் மாதம் 27ஆம் தேதி ரையாசான் என்னுமிடத்தில் பாவ்லோவ் பிறந்தார். அவ் வூரிலிருந்த இறைவழிபாட்டுக் கல்விக் கூடத்தில் பள்ளிப் படிப்பை முடித்தார். ரையாசானில் படித்துக்கொண்டிருக்கும் போது இவர் பிசாரேவ், செர்னிசெவ்சுகி, தோப்ரோலியபோவ் ஆகியோரின் நூல்களைப் படித்தார். 1870-ல் பீட்டர்சுபர்க் பல்கலைக்கழகத்தில் சேர்ந்தார். 1876-ல் அங்கு இவர் இயற்கை அறிவியல் துறையில் பட்டம் பெற்று மருத்துவத் துறையில் பணியாற்றினர். அவருடைய மாணவப் பருவத்தில் சியானின் துணையால் கணையம் நரம்பூட்டம் பெறும் முறையை ஆயத் தொடங்கினர். 1878-லிருந்து படை மருத்துவப் பிரிவில் சிறந்த மருத்துவரான போட்கினின் மருத்துவமனை ஆய்வுக் கூடத்தின் தலைவராக விளங்கினர். உடலியங்கியலின் பல்வேறு நிகழ்ச்சிகளுக்கும் நரம்பு மண்டலத்திற்குமுள்ள தொடர்பினைப்பற்றிய ஆய்வுகள் நடத்த போட்கினின் ஊக்கமளித்துத் துணை செய்தார் என்று பாவ்லோவ் தமது ஆய்வுக் கட்டுரையில் கூறியிருக்கிறர். 1890 வரை பாவ்லோவ் குருதிச்சுற்றோட்டத்தினைப் பற்றியும் செரித்தலைப் பற்றியும் ஆய்வுகள் நடத்தினர். 1890-ல் அவர் செய்முறை மருத்துவக் கழகத்தின் உடலியங்கியல் பிரிவின் தலைவராகவும் பின்னர் படை மருத்துவப் பிரிவின் மருந்தியல் பிரிவின் தலைவராகவும் பணியாற்றினர். 1895-ல் அவர் படை மருத்துவப் பிரிவின் உடலியங்கியல் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றுர். ஒவ்சினியாகோவின் மறைவிற்குப் பின்னர் 1907-ல் அறிவியல் கழகத் தலைவராகவும், உடலியங்கியல் ஆய்வுக் கூடத் தலைவராகவும் ஆனர் [இந்த ஆய்வுக் கூடம் இன்று சோவியத் கூட்டாட்சியின் அறிவியல் கழகத்தின் சிறந்த ஆய்வுக் கூடமாகும்]. இன்று இக் கூடம் இவர் பெயராலேயே அழைக்கப்படுகிறது. தன்னுடைய இறுதிக் காலப் பத்தாண்டுகளில் லெனின்கிராடுக் கருகேயுள்ள கொல்துசி (இன்று பாவ்லோவ் என அழைக்கப்படுகிறது) என்ற சிற்றூரில் இவருக்காகச் சோவியத் அரசின் முடிவின்படி ஏற்படுத்தப்பட்ட உயிரியியல் ஆய்வு நிலையத்திலேயே தன் கருத்தைச் செலுத்தினர். இவருடன் பணியாற்றியவர்களும் இவருடைய பள்ளியில் பயின்றவர்களும் இன்று மிகச் சிறந்த ஆய்வாளராக விளங்குகின்றனர்.

1904-ல் உலகின் தலைசிறந்த பரிசான நோபல்பரிசு பாவ்லோவிற்குத் தரப்பட்டது. 1897-ல் இவர் முதன்மையான 'செரி நீர்ச் சுரப்பிகளின் பணிபற்றிய விரிவுரைகள்' என்ற நூலை வெளியிட்டதும் உலகின் சிறந்த உடலியங்கியலாளர்களில் ஒருவராக மதிக்கப்பட்டார். பல பல்கலைக்கழகங்கள், மருத்துவக்கழகங்கள், பல கல்விக் கழகங்கள் இவரைச் சிறப்பு உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டன.

இந் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் விலங்கின் உடலில் செரிக்கும் முறை பற்றிய புதிய கொள்கையை உருவாக்கிய பின்னர், அதுவரை எவரும் செய்யத் துணியாத இயற்கையின் சிக்கல்களைப் பற்றிய ஆய்வினைத் தொடங்கினுர். செசனேவின் கருத்துகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு பாவுலோவ் மூளையின் இயக்கங்களை உருவாக்கினுர்.

அவர் இறப்பதற்கு முந்திய ஆண்டான 1935-ல் மாசுகோவிலும், லெனின்கிராடிலும் நடைபெற்ற உலக உடலியங்கியலாளர்கள் மாநாட்டில் பாவ்லோவிற்கு 'உலகிலேயே தலைசிறந்த உடலியங்கியலாளர்' என்ற பட்டம் வழங்கப்பட்டது.

பாவ்லோவிற்கு முன் இருந்த உடலியங்கியலின் பொது இயல்புகள்

பாவ்லோவின் காலத்திற்கு முன்பிருந்த உடலியங்கியல் ஒரு பகுத்தறியும் இயலாகவே இருந்தது. அஃதாவது, ஒரு உயிரினத்தின் இணைந்த செயலிலிருந்து பிரித்து ஒவ்வொரு செயலையும் செயற்கைச் சுழலில் கற்கும் முறைகளைக் கொண்டிருந்தது. 19ஆம் நூற்றுண்டில் உடலியங்கியலைத் தனித் தனியாகப் பிரித்தெடுத்துச் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து கிடைத்த உண்மைகளாலேயே உடலியங்கியல் ஆக்கப்பட்டிருந்தது. இவ் வுடலியங்கியல் சீர்நிலைகளில் உயிரினத்தின் பல்வேறு செயல்களும் ஒன்றையொன்று சார்ந்திருக்கிறதென்பதை விளக்கவில்லை. இது பகுப்பாய்வின்மூலம் அறிவினைப்பெற முயன்றதாலும், இயற்கைப் பொருண்மை சாராக் கொள்கைப்படி அறிய முயன்றதாலும் விளைந்த விளைவேயாகும். தனித்தனியாக உயிர்மச் செயல்களை ஆய்ந்த 19ஆம் நூற்றுண்டு ஆய்வாளர்கள் பயன்படுத்திய முறைகள் பல் தொகுதிகள் கலந்த ஒன்றினைத் தனித்தனியாகவும், பொதுவான ஒன்றினைச் சிறுசிறு கூறுகளாகவும் பிரித்து உடலியக்கத்தை ஆய்ந்த முறைகளாகும். இப் பகுப்பாய்வின்போது

பிரிக்கப்பட்ட மூலக் கூறுகள், நிலையானவை யென்றும் சார்பற்றவை என்றும், ஒன்றியைந்து செயல்படும் பொழுதும் தனித்தே இயங்குகின்றன வென்றும், சார்பற்றவையென்றும் கருதப் பட்டன. நிகழ்ச்சிகளைப் பிரித்து ஆய்ந்ததிலிருந்து கிடைத்த மூலக் கூறுகளைக் கொண்டே ஒன்றியைந்த ஓர் அமைப்பின் இயல்புகள் அமைந்திருக்கின்றன எனக் கருதி வந்தனர். இதன் அடிப்படையில் ஓர் உயிரினத்தை 'நுண்ணிய அமைப்பாகவே' கருதினர் (வெர்சோவ்). அஃதாவது ஓர் உயிரினம் பல்வேறு நுண்ணியங்களின் கூட்டாகவே கருதப்பட்டது. ஓர் உயிரினத்தில் ஏற்படும் நோயியல் முறைகளுக்கு ஓர் நுண்ணியத்தின் உயிர்மச் செயல் களில் ஏற்படும் குலைவே காரணமாகுமெனக் கருதப்பட்டது. புறச்சூழலின் விளைவாட்சிக் கேற்ப ஏற்படும் உயிரினத்தின் எதிர்விளைவு அதனுடைய உறுப்புகள், நுண்ணியங்களின் தொகுதி ஆகியவற்றின் செயல்களாலேயே நடைபெறு கின்றன என்றும் கருதப்பட்டது. இவ் விளைவுகள் ஓர் உயிரினத்திற்கும் சூழ்நிலைக்குமிடையே நடைபெறும் இடை யெதிர் விளைவாகக் கருதப்பட வில்லை.

இயற்கை நிகழ்ச்சிகளைப் பொருண்மை சாராத முறையில் ஆராயத் தொடங்கியதால் உடலியங்கியலாளர்கள் குறிப்பிட்ட சூழலுக்கும் உயிரினத்தின் உயிர்மச் செயல்களுக்கும் உள்ள தொடர்பினைக்கருத்தில் கொள்ளாது தனித்தனியாகப் பிரிக்கப் பட்ட உறுப்புகள், நுண்ணியங்கள், உயிரணுக்கள் ஆகியவற் றின் செயல்களை அறிந்தனர். வெர்சோவிற்குப்பின் பாவ்லோ வின் காலத்திற்குமுன்வரை தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்பட்ட உறுப்புகள் உயிரணுக்கள் ஆகியவற்றின் செயல்கள் பற்றிய உண்மைகளைக் கொண்டு ஓர் உயிரினத்தின் செயல்களைப் பற்றிய கொள்கையினை வகுத்தார்கள். எனவே, இக் காலத்திய உடலியங்கியலாளர்கள் உயிரினத்தை அதன் இயற்கைச் சூழலுடன் ஆய்வதற்குத் தவறிவிட்டனர் என்றே கூற வேண்டும். ஓர் உயிரினத்தின் பல்வேறு செயல்களின் மீது நடுநரம்பு மண்டலத்தின் வயப்படுத்துதலை யறியாது தனித் தனி உறுப்புகளைக் கொண்டு ஆய்வுகள் நடத்தி அந்த ஆய்வு களையே மேலும் மேலும் வளர்த்தார்கள். பொது வளர்சிதை மாற்றம், இதய வேகம், உடலின் வெப்ப நிலை போன்றவை பற்றிய ஆய்வுகள் முழுமையான உயிரினத்தில் நடத்தப் பெறினும் பழைய கோட்பாடுகளைச் சிறிது திரித்தே இவைகள் நடத்தப்பட்டன. ஓர் உயிரினத்தின் செயல்களை அதன் இயற்கைச் சூழலையொட்டியே காணவேண்டுமென கிளாட்,

பெர்னுடு போன்றவர்களுடைய வேண்டுகோள்கள் இவ் வாய்வாளர்களால் ஏற்றுக்கொள்ளப்படவில்லை. 19ஆம் நூற்றுண்டின் பகுப்பு உடலியங்கியல், மற்ற செயல்களை ஆய்ந்தது போலவே நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்களின் நிலையான கூறுகளாகக் கருதப்பட்ட இயல்பாயமைந்த மறிவினைகளை மட்டுமே ஆய்ந்தது. பல்வேறு உறுப்புகளின் செயல்களை நரம்பு மண்டலம் வயப்படுத்தும் முறைகளை இயற்கை யறிவியல் ஆய்வுகள் மூலமே விளக்க முடியுமென்பதை இவர்கள் உணரத் தொடங்கினர். எனவே, உயிரினத்தில் சூழலை யொட்டி ஏற்படும் மாறுதல்களை நரம்பு மண்டலத்தின் சிறப்பான செயல்கள் கட்டுப்படுத்தப்படுவதைப் பற்றிய சிந்தனையை இவர்கள் தம் ஆய்விலிருந்து ஒதுக்கி வைத்தனர். இதனுல் உயிரினத்தின் செயல்களை வளர்சிசை மாற்றம், உணவு ஊட்டம், உயிர்த்தல் போன்ற தாவரங்களுக்கும் பொதுவான செயல்களைக் குறிக்கும் பொது உயிர் நிகழ்ச்சிகள் என்றும் விலங்குகளின் வாழ்க்கையினைப் பற்றி மட்டும் கூறும் விலங்குயிர் நிகழ்ச்சிகள் என்றும் இரு கூறுகளாகப் பிரித்தனர்.

ஆயினும் பகுப்பு—உடலியங்கியல் கண்டுபிடித்த மெய்ம்மைகளின் சிறப்பினைக்குறைத்து மதிப்பிடுவது தவருகும். இம் மெய்ம்மைகள் உடலின் பல்வேறு உறுப்புகளின் செயல்களைப் பற்றிய அறிவிற்கு அடிப்படையாக இருக்கின்றன. மருத்துவத் துறையின் வளர்ச்சிக்கு இம் மெய்ம்மைகள் பெருந் துணை புரிந்தன. 18ஆம் நூற்றுண்டின் அறிவியல் நிலையோடு இதனை ஒப்பிடும்பொழுது உயிர்மச் செயல்களைப் பற்றிய ஆய்வுகள் பெருமளவில் முன்னேற்றமடைந்திருந்தன வெனலாம்.

மெய்ம்மைகளைத் திரட்டும்பொழுது 19ஆம் நூற்றுண்டின் பெரும்பாலான உடலியங்கியலாளர்கள் இயற்கையாக எழுந்த பொருண்மைகளுக்குக் கட்டுப்பட்டு இருந்தனர். சென்ற நூற்றுண்டின் அறிவியல் வளர்ச்சியின் இயல்புகளில் இஃது ஒன்றுயிருந்தது. ஆயினும், இவ்வாறு இயற்கையாக எழுந்த பொருண்மையியல் இயற்கையைப் பற்றிய பொருண்மை சாராக் கொள்கையினுல் மட்டுப்படுத்தப்பட்டது. உயிருள்ள பொருளில் அவைகளின் வளர்ச்சியின்போது புதுப் பண்புகள் கொண்ட செயல்கள் நடைபெறலாம் என்ற எண்ணம், இச் செயல்களில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் ஒன்றுக் கொன்றுன தொடர்புகள் ஆகியவற்றை ஒதுக்கிவிட்டுச் செய்த ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் அமைந்த பொருண்மைசாராக்

கொள்கையினுல் உயிரின் தோற்றம், நரம்பு மண்டலத்தின் தோற்றம், வளர்ச்சி போன்ற உயிரியல் நிகழ்ச்சிகளை விளக்க இயலாது போயிற்று. எனவே, இந் நிகழ்ச்சிகளை விளக்கப் புகுந்த 19ஆம் நூற்ருண்டின் அறிவியலாளர்கள் முதிராத அறிவியலுக்குப் பொருந்தாத கருத்துரைகளைக் கூறிவந்தனர். இதனுல் மிகச் சிறந்த உயிர்மச் செயல்களைப் பற்றிய உண்மை யான அறிவு வளராமல் தடை பட்டது (1850லிருந்து 1879 வரை பொருண்மை இயலைப் பழித்துரைத்து வந்தவர்களில் வோட், மொலசாட் போன்றவர்கள் முதன்மையானவர்களா வார்கள்). டுபாய்சு-ரேமாண்டு, எல்ம்காட்சு, கிளாட் பெர்ஞடு போன்றவர்கள் மேற் கூறிய உயிரியல் நிகழ்ச்சிகளை நாம் அறிய முடியாதெனக் கூறிவந்தனர். இவ்வாறு இவர்கள் அறிவுலகில் உயிர்மக் கோட்பாடுகளையும், கற்பனைக் கோட்பாடுகளையும் பெருமளவில் பரப்ப வழி செய்தனர். உடலியங் கியலில் இக் கொள்கை சோகான்சு முல்லராலும், அவருடைய மாணவர்களாலும் பின்பற்றப்பட்டது.

பொருண்மை சாராக் கொள்கையின் அடிப்படையில் எழுந்து பகுப்பு அறிவியலாக வளர்ந்த 19ஆம் நூற்ருண்டின் உடலியங்கியல் உயிரினத்தின் ஒன்றியைந்த செயல்களையும், அச் செயல்களுக்கும், புறச் சூழ்நிலைக்கும் இடையே நடை பெறும் செயலையும் விளக்க இயலாது போயிற்று. உடலியங் கியலில் புத்தொளி தோன்ற விலங்கினங்களைப் பற்றி ஆயும் முறைகளில் பெரும் மாற்றம் தோன்றவேண்டியது இன்றி யமையாததாக விருந்தது. இப் பெரும் மாற்றம் இன்றைய சிறந்த இயற்கையியலாளரான பாவ்லோவின் அறிவியற் சிந்தனைகளாலேயே நிகழ்ந்தது.

உடலியங்கியல்பற்றிய பாவ்லோவின் கருத்துகள்

சூழ்நிலையுடன் இயற்கையான தொடர்புடைய ஒன்றியைந்த உயிரினம் ஒன்றினுடைய உயிர்மச் செயல்களின் முறைகளைப் பற்றிய அறிவியலே பாவ்லோவின் கருத்துகளாகும். பாவ்லோவ் தம்முடைய படைப்பின் விளைவைக் கீழ்க் கண்டவாறு குறிப்பிடுகின்ருர்.

‘ஐவான் மிகாய்லோவிச் செகனேவுடன் சேர்ந்து நானும் எனது அருமைத் தோழர்களும் உடலியங்கியல் ஆய்வு என்ற பேரரசுக்குப் பொருளற்ற சிறு சிறு கூறுகளாக இல்லாமல், முழுமையான உயிரினத்தைப் பற்றிய உண்மைகளைக் கொடுக்கிருேம் என்பதில் பெருமகிழ்சி அடைகிறேன். இது

உண்மையிலேயே மனித சிந்தனைக்கும், உலகின் அறிவியலுக்கும் உருசிய நாட்டார் படைக்கும் விருந்தாகும்' [பாவ்லோவின் ஆய்வுகளின் முழுத் தொகுப்பு முதல் தொகுதி பக்கம்-18].

இவருடைய தொகுப்பு உடலியங்கியல் என்ற கொள்கை மூலம் உடலியங்கியலில் ஒரு புதுத் திருப்பம் ஏற்படுத்தவே இவர் தம் வாழ்வின் பெரும் பகுதியைச் செலவிட்டார் என்பதை இச் சொற்கள் காட்டுகின்றன.

'இதுவரை நாம் அறிந்தவைகளைக் கொண்டு பார்க்கும் பொழுது உயிரனத்தை நன்முக ஆய்வதற்குப் பயன்படும் புதிய முறையான தொகுத்தல் முறை வருங்கால உடலியங்கியல் ஆய்வுகளுக்குப் பெருந்துணை புரியும். ......ஒரு தனிப்பட்ட உறுப்பின் செயலைச் சிறப்பாக அறிவதே பகுப்பாய்வு முறையின் நோக்கமாகும். இப் பகுதிக்கும் பல்வேறு நிகழ்ச்சிகளுக்கும் தொடர்பு ஏற்படுத்த இம்முறை முயன்றது. ... ஒவ்வோர் உறுப்பின் சிறப்பினையும், அதனதன் உண்மையான உயிர்மச்செயல் அடிப்படையில் இயற்கைக்கும் அவ்வுறுப்புகளுக்கும் உள்ள தொடர்பினையும் சான்றுடன் நிறுவிவிடுவதே தொகுப்பு முறையின் நோக்கமாகும்' என்று 1901-ல் பாவ்லோவ் எழுதினர். தொகுப்பாய்வு, பகுப்பாய்வுகளின் இணைப்பு, பாவ்லோவின் ஆய்வின் அடிப்படையில் ஒன்முக விளங்குகிறது.

உயிரறுவைக் கூருய்விற்காக உறுப்புகள் சிதைக்கப்பெற்ற விலங்குகளைக் கொண்டு முழுமையான ஓர் உயிரினத்தின் உடலியங்கியல் நிகழ்ச்சிகளை யறிய முடியாது. 1870-79 ஆண்டுகளில் நடத்திய தனது முதல் ஆய்வினைத் தொடர்ந்து, குருதிச் சுற்றோட்டம், இன்னும் சிறப்பாகச் செரித்தல் போன்ற உடலியங்கியல் நிகழ்ச்சிகளைச் சீர் நிலையிலுள்ள விலங்குகளில் கண்டறியும் புதிய முறையினைப் பாவ்லோவ் உருவாக்கினர். இம் முறையின்படி விலங்குகளைச் சீர்நிலையிலே வைத்து நீடித்த ஆய்வுகளையும் நடத்த முடியுமெனக் கண்டார். ஓர் உயிரினத்தின் சீர் நிலையைச் சிறிதளவும் கலைத்துவிடாமல் உள்ளுறுப்புகளின் செயல்களை நேரடியாக ஆய்வதற்கு உதவும் அறுவை முறைகளையும் பாவ்லோவ் விளக்கினர்.

முழுமையான உயிரினத்தின் செயல்கள் யாவும் அவ்வுயிரினம் சுற்றுப் புறச் சூழலுடன் கொண்டுள்ள இடையிடைத் தொடர்புகளைப் பொறுத்தே யிருக்கின்றன. உயர் விலங்

கினங்களின் நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்களை அறிவதன் மூலம் அவ் விலங்குகள் வெளியுலகுடன் கொண்டுள்ள தொடர்புகளையும், அவ் வுயிரினங்களில் நிகழும் செயல்கள் ஒன்றோடொன்று கொண்டிருக்கும் தொடர்புகளையும் அறிய இயலுகிறது.

படி மலர்ச்சியின் அடிப்படையில் உயிரினங்கள் வளர்ச்சியடையும்போது இத் தொடர்புகள் மென்மேலும் சிக்கலுடையனவாக ஆகின்றன. இத்தொடர்புகளை ஏற்படுத்துவதில் உயிரினங்களின் வளர்ச்சியின்போது மேம்பாடடையும் நரம்பு மண்டலத்தின் முன் பகுதி பெரும்பங் கேற்கின்றது. உயிர் விலங்கினங்களில் பெருமூளைப் புறணியே இப் பணியாற்றி வருகின்றது. எனவே, ஓர் உயிரினத்தின் செயல்களை நடுநரம்பு மண்டலம் கட்டுப்படுத்துதல் அவ் வுடலியங்கியல் நிகழ்ச்சிகள் நரம்பு மண்டலத்தின் விளைவிற்கு உட்படுதல் ஆகியவற்றை ஆய்வதன் மூலமே அவ் வுயிரினத்தின் செயல்களைத் தெரிந்துகொள்ள இயலுமென அறிகிறோம். இதனுல்தான் பாவ்லோவ் தம்முடைய ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொண்ட நிகழ்ச்சிகளில் நரம்பின் செயல் முறைகளைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ளப் பாடுபட்டார். 1883-லேயே இவர் நரம்பவத்தின் சிறப்பினை வலியுறுத்தினுர். ஓர் உயிரினச் செயல்களை முடிந்த வரையில் நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்களைக் கொண்டு ஆயும் முறையே நரம்பவமாகுமென்று பாவ்லோவ் விளக்கம் கூறினுர்.

பாவ்லோவ் தம்முடைய ஆய்வுகளைத் தொடங்கிய காலத்திலேயே பல மறிவினைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்தன. ஏற்பிகளிலிருந்து செயலுறுப்பிகளுக்கு நடுநரம்பு மண்டலத்தின் வழியே கிளர்நிலை கடத்தப்படும்போது ஓர் உயிரினத்தில் நடைபெறும் நிலையான செயல்களே இம் மறிவினைகள் எனக் கருதப்பட்டு வந்தன. எனினும், பாவ்லோவிற்கு முன்னர் இச் செயல்களை உயிரறுவைக் கூருய்வு முறைப்படி செயற்கைச் சூழ்நிலையிலேயே ஆய்ந்தனர். இதயக் குருதிக்குழல்மண்டலம், செரித்தல் அமைப்பு ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தி வரும் மறிவினைகளை அவ் வுறுப்புகளில் அமைந்துள்ள ஏற்பிகள் இயற்கையாகவே தூண்டப்பெறும் சூழ் நிலையிலேயே பாவ்லோவ் கண்டறிந்தார். எல்லா உறுப்புகளிலும் ஏற்பு நரம்புகளின் புறநுனிகளான ஏற்பிகள் இருக்கின்றனவென்று பாவ்லோவ் 1894-ல் கூறினுர். மேலும் அவர் இந் நரம்பு நுனிகள் எல்லா உறுப்புகளையும், எல்லா திசுக்களையும் துளை

யிட்டு வருகின்றன வென்றும், புலனுறுப்புகளிலிருக்கும் நரம்பு நுனிகளைப் போலவே இந் நரம்பு நுனிகளும் உயிற்புத் திறமற்ற இயங்கியல் வேதியியல் சார்ந்த தூண்டுகைகளுக்கேற்ப பல்வேறு தன்மையும் தனித்தன்மையும் கொண்டிருக்கின்றன வென்றும் கூறினர்.

ஓர் உயிரினத்தில் நிகழ்வன யாவும் நரம்பு மண்டலத்தின் மறு வினைச் செயல்களைச் சார்ந்தே இருக்கின்றன என பாவ்லோவ் கருதினர். செசனேவைத் தவிர பாவ்லோவிற்கு முன்பிருந்த ஆய்வாளர்களனைவரும் நடு நரம்பு மண்டலக் கீழ்ப் பகுதிகளின் செயலால் நடைபெறும் நிலையான இயல்பா யமைந்த விளைவுகளே மறிவினைகள் எனக் கருதியதால் பாவ்லோவ் கூறிய மெய்ம்மைகளின் அடிப்படையில் உயி ரினங்களின் சீர் நிலைச் செயல்களைப் பற்றி விளக்கமுயலும்போது மறிவினைகள் பற்றிய கொள்கையை மாற்றியமைக்க வேண்டியதாயிற்று. தொடர்ந்து மாறுபட்டுக்கொண்டிருக்கும் வாழ்க்கைச் சூழலுடன் ஒரு சமநிலையை உருவாக்கும் எதிர் விளைவுகளால் அம் மாற்றங்களுக்கு ஈடு கொடுக்க உயி ரினங்களால் இயன்ருல்தான் அவ் வுயிரினங்கள் மாறுபடும் சூழ்நிலையில் வாழ முடியும் என்று பாவ்லோவ் கூறினர். உயர் முதுகெலும்பினங்களில் இச் சமநிலை, நடுநரம்பு மண்டலத்தில் வளர்ச்சியடைந்ததும், ஆற்றலுடையதுமான பெரு மூளைப் புறணியால் மிகச் சிறப்பாக உருவாக்கப்படுகிறது. சுருக்க மாகக் கூறுமிடத்து ஓர் உயிரினத்தின் இயல்பினைப் பெரு மூளைப் புறணியே கணிக்கிறதெனலாம்.

எனவே, வாழ்க்கைச் சூழலின் பல்வேறு நிலைகளில், ஓர் உயிரினத்தில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய அவ் வுயிரினத்தின் நடுநரம்பு மண்டலத்தினுடைய செயல்களின் புற விளைவுகளை ஆய்வது இன்றியமையாததாகும். மனிதர், விலங்குகளின் இயல்புகள் இறந்த கால, நிகழ்கால இயற்கைச் சூழலைச் சார்ந்திருப்பதைப் பொருண்மை அடிப்படையில் விளக்கிட, நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்களனைத்தையும் இவ் வுயிரினங்களின் மீது செயலாற்றும் தூண்டுகைகளால் பழக்கப் படும் மறிவினைச் செயல்களாகவே ஆய்ந்துணர வேண்டிய தாயிற்று.

இக் கருத்து முதன் முதலில் செசனேவால் உருவாக்கப் பெற்றது. ஓர் உயிரினத்தின் செயல்களைக் கணிக்கும் புறச் சூழலின் வினைவாட்சியினைப் பற்றிய செசனேவின் கருத்துகளை மேலும் வளர்த்து, அதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு

தம்முடைய மறிவினைக் கொள்கையைப் பாவ்லோவ் உருவாக்கினார். உள்ளத்தின் நிகழ்ச்சிகள் உள்ளடங்கிய நடுநரம்பு மண்டலத்தின் அனைத்துச் செயல்களின் கூறுகளை விளக்கிட மறிவினைக் கருத்தினைப் பயன்படுத்த முடியுமெனக் காட்டினார். மூளையின் செயல்களை யறிய முடியாது என்ற கருத்து நிலைக் கொள்கையினைப் புறக்கணித்துவிட்டு, உள்ளத்தின் நிலை, செயல் இவற்றிற்கெல்லாம் அடிப்படையான பெரு மூளைப் புறணியின் சிக்கலான செயல் முறைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளைப் பாவ்லோவ் தொடங்கினார். இவருடைய ஆய்வுகளால் மூளையுடைய சிறப்பிடங்களின் செயலால் விளையும் மறுவினைகளின் தனி இயல்புகளை அஃதாவது இம் மறிவினைகளெல்லாம் பழக்கு மறிவினைகளே என்று விளக்கிக் காட்டினார். வாழ்க்கையின் பல்வேறு நிலைகளில் பெருமூளைப் புறணியில் சிறிது காலமே நீடிக்கும் தொடர்புகள் இணைவதால் பழக்கு மறிவினைகள் உருவாகின்றன. இப் பழக்க மறிவினைகளே இடைவிடாது மாறுபடும் தன்மையுடைய சூழலுடன் ஓர் உயிரினம் சமநிலை கொள்ள உதவுகின்றன. மூளையின் சிறப்பிடமான பெரு மூளைப் புறணியின் சீர் நிலைச் செயல்களை அறிவியல் உலகம் தெரிந்து கொள்ளப் பழக்கு மறிவினையின் சிறப்பியல்புகள் உருவாகும் முறை, அவற்றின் தனியியல்புகள் இவற்றைப் பற்றிய பாவ்லோவின் ஆய்வுரை பெருந்துணை புரிந்தது.

பொருண்மை ஆய்வுகளுக்கு எட்டாத ஆன்மீகச் செயல்கள் இருப்பதாகக் கூறும் பிற்போக்குக் கோட்பாட்டினைப் பழக்கு மறிவினைக்கொள்கை தகர்த்தெறிந்தது.

நரம்பின் உயர்நிலைச் செயல்களையறிய பாவ்லோவ் பயன்படுத்திய இயற்கை அறிவியல் பொருண்மை ஆய்வு முறைகள் நியதிக் கோட்பாட்டினை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சியும் ஒரு வினைமுதலில் இருந்தே தோன்றுகிறதென்றும், அதே போன்ற ஒத்த சூழ்நிலைகளில் இவ் வினைமுதல் அதே நிகழ்ச்சியை ஒரு சிறிதும் மாருது தோற்றுவிக்கும் எனவும் இக் கொள்கை கூறுகிறது.

உலகில் வாழும் பொருட்களை, இயற்கை—அறிவியல் கண்ணோட்டத்துடன் பார்க்கும்பொழுது அவை நியதிக் கொள்கையின் அடிப்படையில் இயங்குவதை வினைத் திறமிக்க சிந்தனையாளர்கள் காணத் தவறமாட்டார்களெனப் பாவ்லோவ் கூறினார்.

உயிரின் நிகழ்ச்சிகள் அனைத்தும் நியதிக் குட்பட்டிருக்கின்றதென்ற எண்ணமே மூளையின் உயர்விடங்களின் செயல்களைப்பற்றி யறிய நியதிமாறெதிர் வினைவான மறிவினை பற்றிய கொள்கையினைப் பயன்படுத்தத் தூண்டியது. எல்லா நனவுச் செயல்களும் மறிவினைகளாலேயே தோன்றுகின்றன என்ற செசனேவின் கருத்தினைச் செய்முறை மூலம் நிறுவ முடியும் என நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்களை ஆய்ந்த பாவ்லோவ் அறிவுலகிற்கு முதன் முதலில் காட்டினார்.

நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்கள் யாவும் நியதிக்குட்பட்டதெனக் கருதிய பாவ்லோவ் நரம்பு மண்டலத்தின் நிகழ்ச்சிகள் யாவும் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளை அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்கின்றன என்றும் கூறினார். அஃதாவது, குறிப்பாகக் குறுகிய காலத் தொடர்பால் உருவான பழக்கு மறிவினை ஒவ்வொன்றும் இப்புதுப் பணியினை ஏற்கும் நரம்பு மண்டலங்களின் உயர் விடங்களின் சில உள்ளுறுப்புகளின் செயலாலேயே கணிக்கப்படுகிறதெனக் கூறினார்.

உடலியங்கியல் செயல்களை அவற்றின் சீர்நிலைகளிலே ஆய்ந்து ஒன்றோடொன்று ஒன்றியைந்ததே இயற்கையெனக் கூறும் ஆய்வுமுறைப் பொருண்மையின் கொள்கைகளை மெய்ப்பித்தார் பாவ்லோவ்.

சுற்றுப்புறச் சூழலுடன் உயிரினங்கள் கொள்ளும் பல்வேறு தொடர்புகள் உருவாகும் முறையையும், முன்னர் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மறிவினைகளின் நரம்புத் தொடர்புகளையும், தடைகளையும் பாவ்லோவ் நுணுக்கமாக ஆய்ந்தார். இவைகளைக் கொண்டு இவர் நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்கள் இயங்கும் முறையையும், மாறுபடும் முறையையும் அறிந்தார்.

பெருமூளைப் புறணியில் வாழ்வின் பல நிலைகளிலும் உருவாகும் புதிய நரம்புத் தொடர்புகளின் பண்புச்சிறப்பியல்புகளைப் பாவ்லோவ் எடுத்துரைத்தார். அஃதாவது, புலனுகா மாறுதல்களுக்குப் புது உருக் கொடுத்து மாற்றியமைக்க முடியும் என உணர்த்தினார். இயல்பான மறிவினைகளின் செயலிகளுடன் செயலாற்றத் தூண்டுகைகளை பயன்படுத்தி உருவாக்கும் பழக்க மறிவினைகளின் அமைப்பில் இம் மாறுதல்களை நாம் சிறப்பாகக் காணமுடியும்.

எனவே, நரம்பு மண்டலங்களின் உயர்ந்த செயல்களின் பண்புச் சிறப்பியல்புகளை, நாம் அறிந்து கொள்வதற்கு,

பாவ்லோவின் ஆய்வுகள் எடுத்துக்காட்டுகின்றன. மறிவினைக் கொள்கையினை மேலும் விரிவாக்கி அவைகளின் அடிப்படையில் அமைந்த நரம்பு மண்டலத்தின் சிறப்புச் செயல்களைப் பற்றிய ஆய்வுகளும், இயக்கும் புறப்பொருள் விதிகளைப் பாவ்லோவ் கண்டு பிடித்ததும் இன்று புது வளர்ச்சி பெற்றுள்ள இயற்கை இயல் வளர்ச்சிக்கு முதுகெலும்பாகத் திகழ்ந்தன எனில் மிகையாகாது.

நடுநரம்பு மண்டலத்தின் செயல்களைக் கணிக்கும் கிளர்ச்சி, தடை என்னும் இரு அடிப்படையான செயல்களைப் பற்றிப் பாவ்லோவிற்குக் கிடைத்த ஆய்வுரை விளக்கங்களைக் கொண்டு இச் செயல்களின் கூட்டொருமையில் உள்ள வேற்றுமைச் செயல்களையும், இவைகளுக்கிடையே நடைபெறும் பிணக்கத்தையும், ஒன்று மற்றொன்றாய் மாறுவதையும் கண்டறிந்தார்.

ஆய்வு முறைக் கொள்கைக்கு உருக்கொடுத்த இயற்கை—அறிவியல் உண்மைகளே பாவ்லோவின் கருத்துகள் எனக் கூட உடலியங்கியல்பற்றி அவர் கொண்ட கருத்துகள் சான்று பகர்கின்றன.

சுற்றுப்புறச் சூழ லின்றேல் உயிரினங்கள் வாழ இயலாது என்று பாவ்லோவிற்கு முன்னிருந்த செகனேவ் கூறினர். மனிதன் உள்ளிட்ட எல்லா உயிரினங்களின் செயல்களுக்குப் பொருண்மை அடிப்படையில் விளக்கம் கொடுத்தவரும் செகனேவே.

ஓர் உயிரினத்தி னியல்பும், அவ் வுயிரினத்தின் உயிரணுக்களின் இயல்புகளும் அவ் வுயிரினத்தின் படிமலர்ச்சியிலேயே அமைகின்றன. அஃதாவது, சுற்றுப்புறச் சூழலுடன் ஓர் உயிரினம் கொண்டுள்ள இடை இடை வினைவுகளின்போது ஏற்படும் மாறுதல்களைப் பொறுத்தே அவ் வுயிரியத்தின் இயல்பும் அவ் வுயிரியத்தின் நுண்ணியங்களினியல்பும் கணிக்கப் படுகின்றன. செகனேவும், பாவ்லோவும் கொண்ட இக் கருத்து வெச்சோவின் கொள்கையினின்றும் பெரிதும் வேறுபட்டதாகும்.

விலங்குயிர்களுக்கும் சுற்றியுள்ள இயற்கைக்கு மிடையே நடைபெறும் இடையிடை வினைவுகளைப் பற்றிய கொள்கையின் வளர்ச்சியில் பாவ்லோவின் மறுவினைக் கொள்கை ஓர் உயர்ந்த நிலையினைக் குறிக்கிறதெனலாம். ஓர் உயிரினத்தில் புது

வினைவுகள் உருவாதலைக் கணிக்கும் விதிகளையும் புறச்சூழலில் செயல்படும் செயல்கள் அச் சூழலிலிருந்து தோன்றும் தூண்டுகைகளைக் கணிக்கும் விதிகளையும் இவரின் கொள்கை விளக்கியது.

விலங்குயிரின் செயல்கள் யாவும் சுற்றியுள்ள விளைவாட்சிக் குட்பட்டிருக்கின்றன என்று நிருவிடும் பாவ்லோவின் கொள்கைகள், மோர்கனும், வெய்சுமானும் கொண்ட கருத்துகளை மறுத்துக் கூறும் மஞ்சூரின் கொள்கையினை ஒட்டி அமைந்திருக்கின்றன. சுற்றியுள்ள சூழ்நிலைக்கும் உயிரினத்திற்கு மிடையே நிகழும் இடையிடை விளைவுகளாலேயே ஒவ்வோர் உயிரினத்தின் இயல்புகளும் உருவாகின்றன வென மஞ்சூரின் கருதினர்.

இயற்கையின் கருணைக்காக வேண்டிநிற்கக் கூடாது என்ற கொள்கையுடையவர் இவர். மஞ்சூரின் கருத்துகளைப் போலவே பாவ்லோவின் கருத்துகளும் செய்முறைகளுடன் இணைந்திருக்கின்றன. பாவ்லோவின் காலத்திற்கு முந்திய பகுப்பு உடலியங்கியல் மருத்துவத் துறையின் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் துணைபுரிந்திருப்பினும், உயிரினத்தின் மீது செயல்படும் புறச்சூழலின் விளைவுகளைப் பற்றி விளக்குவதற்குப் பயனற்ற ஒன்ருகும்.

மருத்துவ இயலின் வளர்ச்சிக்குப் பாவ்லோவின் கருத்துகள் சிறந்த அடிப்படையாக இருக்கின்றன. தொகுப்பு உடலியங்கியல் மருத்துவத் துறையினின்று தோன்றி மருத்துவத் துறையுடனே வாழ்கிறது எனப் பாவ்லோவ் 1900-ல் கூறினர்.

2. முதன்மையான உயிர்மச் செயல் முறைகளின் பொது இயல்புகள்

வளர்சிதைவின் கோட்பாடு

80 ஆண்டுகட்கு முன்னர் பிரட்ரிக் ஏங்கில்சு புரதப் பொருட்களின் நிலையும், உயிரமைப்பைச் சூழ்ந்துள்ள புற உலகுடன் தொடர்ச்சியாக வளர்சிதைவைப் பரிமாற்றிக் கொள்வதுமே வாழ்க்கை என வரையறுத்துக் கூறினர். நமக்குத் தெரிந்திருக்கின்ற கரிக் கூட்டுப் பொருட்களில் புரதம் மிக மாற்றமடையும் தன்மையுடையது எனவும் அவர் கூறினர். அதன் சிறப்புப் பணியான வாழ்க்கைச் செயல் முறை, ஆற்றலை இழந்தபின் புரதமும் சிதைந்து விடுகிறது. ஆகவே, புரதங்களிலிருக்கும் இயல்பைப் பொறுத்தேயிருக்கும் வாழ்க்கைநிலை புரதத்தின் வேறுபட்ட தன்மைகளைக் குறிக்கும். வாழ்க்கைத் தன்மையால் தொடர்ச்சியாக மாற்ற மடையும் புரதங்களின் வளர்சிதைவு நின்றுவிடும்போது உயிர்த்திருக்கும் புரதங்கள் சிதைந்து அழிந்து விடுகின்றன.

உயிர்த்திருக்கும் புரதத்தில் நிகழும் வேதியியல், உடல் வேதியியல் ஆகிய முறைகளின் இயல் பற்றிய போதுமான அறிவை நாம் பெற்றிருக்கவில்லை. இம் முறைகளில் புரதங்கள் மின்பகு பொருட்களுடன் இணைதல், பல்வேறு வேதியியல் குழுக்கள் புரதத்திலிருந்து உருவாதல், பின்னர் மாற்ற மடைதல் போன்ற மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன.

உயிரமைப்பில் ஆற்றல் வெளிப்படலும் உட்கொள்ளப் படுதலும் : உயிரமைப்பில் சிக்கலான கரிக் கூட்டுப் பொருட்கள் சிறு பொருட்களாகப் பிரிதலும், அதனால் ஆற்றல் வெளிப்படுதலும் 'சிதைதல்' என அழைக்கப்படும். எளிய பொருட்களிலிருந்து புதிய சிக்கலான கூட்டுப் பொருட்கள்

உருவாகும் இதற்கு எதிரான முறை தன்மயமாதல் எனக் குறிப்பிடப்படும். தன்மயமாதலில் உருவான கூட்டுப் பொருட்கள் மிகுதியான வேதியியல் ஆற்றலை உடையதாதலால் தன்மயமாதலின்போது ஆற்றல் உட்கொள்ளப் படுகிறது. இதற்கு மாறுகச் சிதைதலின்போது ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. சிதைதல், தன்மயமாதல் முறைகளினிடையே தொடர்ந்த, பிரிக்க இயலாத இடைத் தொடர்பு இருந்தால் தான் வாழ்க்கை நிலைத்திருக்க இயலும்.

விலங்குகளில் வேதியியல் மாற்றங்களினுல் உருவாகும் தனித்த ஆற்றல் அனைத்துப் பணிகட்கும் பயன்படுத்தப் படுகிறது. ஆற்றல் பணிக்குப் பயன்படுத்தப்படும்போது மிகுந்த ஆற்றலை உடைய கூட்டுப் பொருட்கள் குறைந்த ஆற்றலை உடைய பொருட்களாக மாற்றமடைகின்றன.

ஆகவே, தன்மயமாதலுக்கு அதேபோழ்து சிதைதலும் தேவைப்படுகிறது. புரதத்துடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கிற வளர்சிதைவினுல், உயிரமைப்பில் நிகழும் அனைத்து வேதியியல் மாற்றங்களும் இணைக்கப்படுகின்றன. இதனுல்தான் புரதம் மாவுப்பொருள், கொழுமம் அல்லது கொழுப்பு போன்றவற்றின் வளர்சிதைவு தனித்து நிகழ்வதில்லை. அனைத்து வளர்சிதை மாற்றங்களும் ஒருமித்ததாக இணைந்து நிகழ்கின்றன.

புரதப் பொருட்களான சில நொதிகள் உயிரமைப்பின் வளர்சிதைவில் பங்கேற்கின்றன. உயிர்மச் செயல் முறைகள் பல்வேறு நொதிகளின் செயல்களின் இணைப்பால் நிகழ்கின்றன.

உயிரியமேற்றல் முறைகளின் இன்றியமையாமை

சிக்கலான கரிக் கூட்டுப் பொருட்கள், கரியற்ற எளிய கரிப் பொருளாக [நீர், கரியிருயிரியை, சிறுநீருப்பு] உயிரிய மேற்றலினுல் மாற்றமடைவதனுல் விலங்கிற்குத் தேவையான ஆற்றல் அனைத்தும் உருவாகிறது. உயிரிய மேற்றல் முறைகள் சிதைவின் இறுதி நிலையிலேயே நிகழ்கின்றன. உயிரியம் உட்கொள்ளப்படாத பொருட் சிதைவு மாற்றங்கள் அனைத்துத் திசுக்களிலும் (விலங்கிலும் தாவரங்களிலும்) நடைபெறுகின்றன.

$C_6H_{12}O_6$ (குளுகோசு)→$2C_3H_6O_3$ (இலாக்டிக் அமிலம்)+ 1 கிராம் இலாக்டிக் அமிலத்திற்கு 170 சிறிய கலோரிகள் உருவாதல் இம் மாற்றத்திற்குச் சான்ருகும்.

கனல் வெளிப்படாத உயிரியமிலா மாற்றங்களில் வெளிப்படும் ஆற்றல் உயிரணுக்களின் செயல் முறைகட்குப் பயன்படுகிறது. முழுதுமாக உயிரிய மாற்றமடையும்போதைவிட உயிரியமிலா மாற்றங்களில் குறைவான ஆற்றலே வெளிப்படுவதால் உயிரியமிலா மாற்றங்களாலேயே விலங்கு உயிரமைப்பின் திசுக்கள் நீண்ட நேரம் வாழ இயலாது. உயிரியமிலா மாற்றங்களின் விளை பொருட்களில் குறிப்பிடும் அளவு ஆற்றல் தேங்கியிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். சான்ருக, ஒரு கிராம் சர்க்கரை எரிக்கப்படும்பொழுது 3,770 சிறிய கலோரிகளும், 1 கிராம் இலேக்டிக் அமிலம் எரிக்கப்படும்பொழுது3,600சிறிய கலோரிகளும்கனல் வெளிப்படும்.எனவே, ஒரு கிராம் சர்க்கரை உயிரியமிலாச் சிதைவடையும் பொழுது உருவாகும் கனல் அளவு 3,770—3,600 அஃதாவது 170 சிறிய கலோரிகள். இந்த அளவு சர்க்கரை முழுதுமாக உயிரியமேற்றப்படும்போது உருவாகும் கனலைவிட 20 மடங்கு குறைவாகும். ஆகவே, திசுக்களுக்குத் தேவையான பொருட்கள் உயிரியமிலாச் சிதைவடையவேண்டி யிருப்பதால் மிகுந்த அளவு சிதைதலின் விளை பொருட்கள் [சான்ருக, இலேக்டிக் அமிலம், நவச்சாரம், மற்றும் பிற பொருட்களும்] பெருக்கமடைய வழிகோலுகின்றன. உயிரியமிலா வளர்சிதைவின் விளைபொருட்கள் உயிரணுக்களின் அமைப்பில் மாற்றங்களை விளைவித்து இறுதியில் கொன்றுவிடும். ஆகையால் உயிரியமிலாச் சிதைதல் உயிரணுக்களின் வேதியியல் மாற்றங்களின் இடைநிலை இணைப்பாகவே பயன்படுகின்றது. உயிரமைப்பு வாழ்ந்திருக்கஉயிரணுவைச் சுற்றி உயிரியமிருப்பதும், உயிரியமேற்றும் மாற்றங்கள் நிகழ்தலும் இன்றியமையாததாகும். விலங்கினங்கள் உயர் நிலை அடைதலைப் பொறுத்து உயிரியமிலா நிலையில் வேகமாக இறந்துவிடும்.

உறுத்துணர்வும், கிளர்ச்சியடைதலும், கிளர்ச்சியடைவித்தலும், தடை செய்தலும்

உறுத்துணர்வு, தூண்டுகை, தூண்டுகை அளவு: புறச்சூழலின் மாற்றங்கட்கேற்ப மறுசெயலாக உயிரமைப்பின் நிலையும், செயல் முறைகளும் மாற்றமடைதலான உறுத்துணர்வு உயிரமைப்புடன் ஒன்றியதாகும். உயிரமைப்பில் இம் மாற்றங்களை உண்டாக்கும் செயல்கள் தூண்டுகை எனவும், இவைகளின் வயத்தன்மைகளால் உயிரமைப்பில் நேரும் மாற்றங்கள் தூண்டுதல்கள் எனவும் அழைக்கப்படும்.

புறச் சூழலின் எந்த இயக்க வேதியியல் மாற்றங்களும் உயிரமைப்பின் தூண்டுகையாகும். இம் மாற்றங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையை அடையும்போது உயிரமைப்பில் உருவாகும் மாறுதல்களை தேர்ந்தாய்வுகளினாலும், தசைச் சுருக்கம் போன்றவற்றைக் கருவியின் துணையில்லாமலும் கண்டறிய இயலும். தூண்டுதலை உருவாக்கும் குறைந்த அளவுச் செய்லின் ஆற்றல் தூண்டுகையின் கருநிலை என்றழைக்கப் படும். மாற்றம் விளைவிக்க உயிரமைப்பின் குறைந்த உறுத் துணர்வைப் பொறுத்துச் செயலியின் வலிவு மிகுதியாகிறது. எனவே, தூண்டுகையின் அளவும் மிகுதியாகிறது. இதற்கு மாறாக உறுத்துணர்வு மிகுதியைப் பொறுத்துத் தூண்டுகையின் அளவும் குறையும்.

தூண்டுகையின் அளவு, அனைத்திற்கும் மேலாக தூண்டப் படும் உயிரமைப்பின் பண்புகளைப் பொறுத்தும், செயல்புரியும் தூண்டுகையின் தன்மையைப் பொறுத்து மிருக்கிறது.

ஒவ்வொரு தூண்டுகையும், தூண்டுகைக்கு உயிரமைப்பின் வழக்கமான மாறுபாடான வளர்சிதைவில் மாறுதலை விளைவிக் கின்றது. இதைத் தவிர, ஒரு குறிப்பிட்ட தூண்டுகையினால் *மாறுபட்ட திசுக்கள் படிமலர்ச்சியினால் வேறுபட்ட முறைகளில் செயல்படுகின்றன. சான்றாக, மறுசெயலாகத் தசைகளில் வளர்சிதைவு உயர்வதால் அவை சுருங்குகின்றன. இதே போன்று சுரக்கும் திசுக்கள் தூண்டப்பட்டால் அவைகளின் சிறப்புப் பணியான சுரத்தல் நிகழ்கின்றது.*

கிளர்நிலையும் கிளர்ச்சி அடைதலும்: இயற்கை உருவத் தைப் பொறுத்தும்,செயல் முறையைப் பொறுத்தும் ஒவ்வொரு திசுவிலும் மறுசெயலாக நிகழும் மாற்றம் கிளர்நிலை எனப் படும். தூண்டப்பட்டால் திசுவின் தன்மைக் கேற்பச் சிறப் பாகச் செயல்படும் ஆற்றல் 'கிளர்ச்சி அடைதல்' எனப்படும். உடலியங்கியலில் தசைகளும், சுரப்பிகளும், நரம்புத் திசுக் களும் கிளர்ச்சி அடையும் இயல்புடையன. தசையின் அல்லது நரம்பின் ஒரு முனையில் தோன்றும் கிளர்நிலை அதன் தொடர்புடைய நார்கட்கும் மிக வேகமாகக் கடத்தப்படுகிறது. நரம்புத் திசுவில் கிளர்நிலை ஒரு நரம்பணுவிலிருந்து மற்றொரு நரம்பணுவிற்கோ, விளைவுறுப்பிற்கோ வேகமாகக் கடத்தப் படும்.

நரம்பு இழைகள் அனைத்துத் திசுக்களுடனும் இணைப் புடையதால் நரம்பின் கிளர்நிலை எந்தத் திசுவையும் அல்லது

உறுப்பையும் செயல்படுத்த வியலும் அல்லது அவற்றின் செயல் முறைகளில் மாற்றம் விளைவிக்க முடியும். நரம்பு மண்டலம் அனைத்து உறுப்புகளையும் உயிரமைப்பின் அமைப்புகளையும் இணைத்து ஒரே குழுவாக இயங்கச் செய்கின்றது.

முன்னரே குறிப்பிட்டதுபோல் புறச் சூழலின் பல்வேறு செயலிகள் கிளர் நிலையைத் தோற்றுவிக்கத் தேவையான தூண்டுகையின் அளவு பல்வேறு திசுக்களில் வேறுபடுகின்றது. படிமலர்ச்சியினால் விலங்குகளில் குறிப்பிட்ட செயலிகட்கு மட்டும் மிகுதியாகக் கிளர்நிலை யடையும் அமைப்புகளும் உருவாகி யிருக்கின்றன. சான்றாக 'முகரும் அமைப்பு' மணப் பொருட்களால் கிளர்நிலை அடைகின்றது.

இதேபோல் உயிரமைப்பில் பல தூண்டுகைகளால் தூண்டப்படும் பல அமைப்புகள் உள்ளன. இத் திசுக்கள் அவற்றுடன் தொடர்புடைய குறைந்த அளவுத் தூண்டுகைக் கும் கிளர்நிலை யடையும். குறிப்பிட்ட தூண்டுகைக்கு மிகக் கூறுணர்ச்சியுடையவை நரம்பமைப்பின் சிறப்பமைப்புகளான ஏற்பிகளாகும்.

ஒலித் தூண்டுகைகள் அதன் சிறப்பமைப்பான செவிப் புலனை மட்டும் தூண்டுமே யன்றிச் சுரப்பிகளைத் தூண்டுவ தில்லை. உயிரமைப்பிலுள்ள கிளர் அமைப்புகள் ஒன்றை யொன்று ஒத்துச் செயல்படுவதால் குறைந்த அளவுத் தூண்டுகையும், உடலியங்கியலில் மிகுதியான விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றது.

தடைமுறை : தூண்டுகையின் அளவும் வேகமும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைவரை உயரும்போதுதான், கிளர் நிலையும் உயர்வடையும். இந் நிலைக்கு மேலும் தூண்டுகையின் அளவு உயர்த்தப்பட்டால் கிளர் நிலை குறையத் தொடங்கும், அல்லது மறைந்து விடும். ஒரு திசுவிற்குச் சிறப்பான செயல் முறைகள் அத்திசு ஓய்வில் இல்லாதபோதும், தூண்டுகையி னால் மறைந்து விடுகின்றது. புறத் தூண்டுகையினால் கிளர் நிலை மாற்றமடையாமல் இருத்தல் அல்லது உருவான கிளர் நிலை மறைதல் போன்ற திசுவின் செயல் நிலை, 'தடைநிலை' எனப்படும். பல்வேறு திசுக்களில் தடைநிலை திசுக்களின் நிலையைப் பொறுத்தும், தூண்டுகையின் அளவையும் தன்மை யையும் பொறுத்து மிருக்கின்றது.

3. உடலியக்கங்களின் கட்டுப்பாட்டு முறை

உடலியக்கங்களின் கட்டுப்பாடுபற்றிய கொள்கை

புறச்சூழலில் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கு ஏற்பப் பொருத்தமைவுகளை உருவாக்கிக் கொள்வதன் மூலமே ஓர் உயிரினம் இவ் வுலகில் நிலைத்திருக்க முடியும். சான்ருகச் சுற்றுப் புறச் சூழலில் உயிரியம் அல்லது நீர் குறைந்து விடும்போது அதற் கேற்பச் செயல்பட வில்லையெனில் அல்லது உணவுப் பொருட்களுக்கும் தீங்கு தரும் பொருட்களுக்கும் வெவ் வேறு வகையில் செயல்படவில்லையெனில் ஓர் உயிரினம் நிலைத்து வாழுதல் இயலாது போகும். சுற்றுப்புறச் சூழலிலும் அது போன்றே அகச் சூழலிலும் ஏற்படும் மாறுதல்களுக் கேற்றவாறு பல்வேறு வகையாகச் செயல் படுவதன் மூலமே புறச்சூழலுடன் சமநிலை கொண்டிருக்கும் உட்திறம் கொண்ட உயிரினம் ஒரு சிக்கலான ஒன்றியைந்த அமைப்பாக விளங்குகிறது. இவ்வாறு மிக எளிய உயிரினத்தி லிருந்து சிக்கலான பெரிய உயிரினம் வரை, வாழ்வு என்பது புறச்சூழலுடன் அவ் வுயிரினம் கொண்டுள்ள சமநிலையின் தொடர்களாகவே விளங்குகிறது. ஒவ்வொரு சமநிலையும் படிப்படியாகச் சிறப்படைகிறது. உயிரினத்தின் இச் சமநிலைகளை புறச்சூழலின் விளைவாட்சிக் காரணிகளுக்கேற்பச் செயல்படும் உயிரினத்தின் இயக்கங்களில் காணலாம்.

சுற்றுப்புறச் சூழலுக்கேற்ப மாற்றியமைத்துக் கொள்ள உயிரினத்துக்கு உதவும் உடலியக்கங்கள் யாவும் அவற்றின் கட்டுப்பாட்டு முறைகளில் அடங்கியிருக்கின்றன. இம்முறைகள் உயிரினத்தின் உடலிலுள்ள உறுப்புகள் யாவும் ஒன்ருே டொன்று தொடர்புடையன என்ற கருத்தின் அடிப்படையில் அமைந்தாலும், உயிரினத்தில் இத்தகைய தொடர்பு

இருக்கும்பொழுது மட்டுமே, அக, புறச் செயலிகள் அவ்வுயிரினத்தின் உறுப்புகளில் ஒருங்கியைந்த இயக்கங்களை உருவாக்க இயலும் (தசைகள் சுருங்குதல், குருதிச் சுற்றோட்ட மாறுதல்கள், உயிர்த்தலில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் போன்ற இயக்கங்களை உருவாக்க இயலும்). உடலின் நீர்மைப் பொருள்களால் ஒரு உறுப்பிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு ஏற்படுத்தப்பட்ட வேதிம இணைப்புகளால் (நீர்மப் பாதைகள்) பல்வேறுபட்ட காரணிகளின் செயலுக்கேற்பப் பல்வேறுபட்ட இயக்கங்களையும் மிகவிரைவாக நடைபெறும்செயல்களையும் உருவாக்கவியலாது எனவே விலங்குகளில் சிறந்த வளர்ச்சி பெறும் பகுதியான நரம்புமண்டலமே அவ் வுயிரினங்களின் பணிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் தலையாய உறுப்பாக விளங்குகிறது எனலாம். அகச் சூழலிலிருந்தும், புறச்சூழல்களிலிருந்தும் தூண்டல்களை ஏற்கும் சிறப்பமைப்பிகளான ஏற்பிகளுடன் நரம்புமண்டலம் தொடர்புகொண்டிருக்கிறது.

நரம்பு மண்டலத்தின் கட்டுப்பாட்டு முறைகள் மற்ற இயக்கங்களைப் புரிந்துகொள்ள உதவும் பெருந்துணையாக விளங்குவதால் உடலியங்கியல்பற்றி அறியப் புகுமுன் நரம்பு மண்டலத்தைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்ள வேண்டியது இன்றியமையாத ஒன்றாகும்.

நரம்பணுக்கிளர்ச்சி உருவாகும் முறை

நரம்புமண்டலம் எண்ணிறந்த பல்வேறு வகையான நரம்பணுக்களைக் கொண்டதாகும். இந் நரம்பணுக்களிலிருந்து நரம்பு விழுது எனப்படும் நீண்ட ஒரு பிரிவும், கிளைகள் எனப்படும் பல சிறு சிறு பிரிவுகளும் வெளிவருகின்றன. இப் பிரிவுகளைக் கொண்ட நரம்பணுவை 'நரப்பம்' என அழைப்பர். நடுநரம்பு மண்டலத்திலிருந்து (அல்லது ஏற்பிகளிலிருந்து நடுநரம்பு மண்டலத்திற்கு) செல்லும் நரப்ப விழுதுகள் பெரும்பாலும் வெண்கொழும உறையாலும், சுவான் உறையாலும் மூடப்பட்ட நரம்பிழைகளாக விளங்குகின்றன. இந் நரம்பிழைகள் ஒன்றுதிரண்டு நரம்புகளாக மாறுகின்றன. ஒவ்வொரு நரம்பிலும் பல்வேறு வகையான நரம்பிழைகள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு நரம்பிழையும் ஒரு நரம்பணுவின் பிரிவேயாகும்.

தூண்டுதல் நரம்புத் திசுவில் கிளர்ச்சியினை உருவாக்குகிறது. இக் கிளர்ச்சி நரப்பம் முழுவதும் விரைவில் பரவுகிறது. பின்னர் இக் கிளர்ச்சி தூண்டப்பட்ட நரம்பத்தின்

நரப்ப விழுது சென்று முடிவுறும் உறுப்பினைச் சென்றடைகிறது. இதை விளக்கும் எடுத்துக்காட்டுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. நரம்புக் கடத்தலை யறியத் தசை-நரம்புத் தொகுப்பு அஃதாவது நரம்புடன் இணைந்த தவளைத் தசை யொன்று பெருந்துணை புரிகிறது. பொறி சார்ந்த வெப்பம் அல்லது மின் தூண்டுகை கொண்டு அத் தொகுப்பின் நரம்பினைத் தூண்டினால், தூண்டப்பட்ட நரம்பிழைகளால் நரம்பூட்டப்பட்ட தசைநார்கள் சுருங்குகின்றன. இதனை மனிதனிலும் செய்துகாட்ட இயலும். உடலின் மேற்பரப்பிற்கு அருகேயுள்ள நரம்புகளை அணுக்கமின்னாலோ, நிலைமின்னாலோ தூண்டும்பொழுது அந் நரம்புகளால் நரம்பூட்டப்படும் தசைகள் சுருங்குகின்றன.

மற்றோர் எடுத்துக்காட்டினை இங்கே காணலாம். நாய் அல்லது பூனையின் வேகசு நரம்பினை மின்னால் தூண்டினால் (இந் நரம்பில் சில நரம்பிழைகள் இதயத்திலும் சில இரைப் பையிலும், சில குடற்சுவர்களிலும் சென்று முடிவடைகின்றன) இதயத்துடிப்பு குறைந்து விடுகிறது அல்லது நின்றுவிடுகிறது. மென்தசைகளான குடலின் விரைவற்ற புழுப்போன்ற அசைவு வலுவடைகிறது. இரைப்பையில் மிகுதியான அகட்டுநீர் சுரக்கிறது.

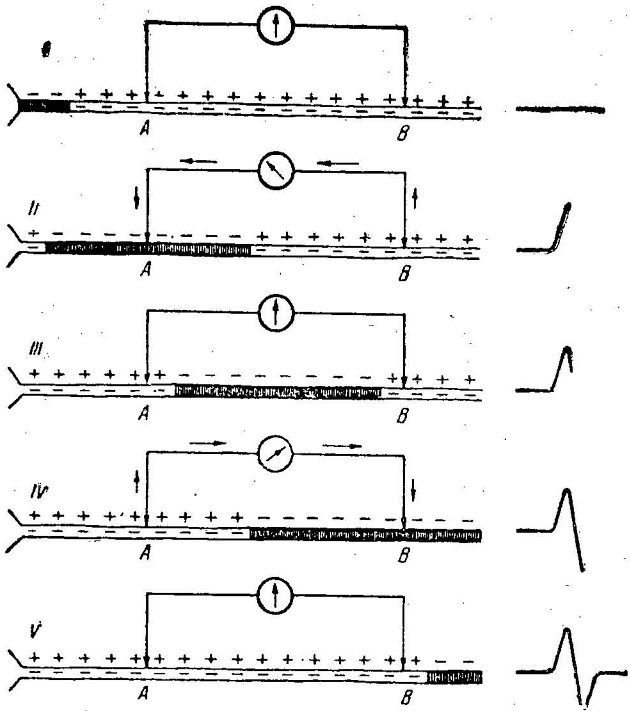
நரம்பின் வழியாகக் கிளர்ச்சி பரவும்பொழுது தூண்டப் பட்ட இடத்திலிருந்து அந் நரம்பின் எல்லாப் பகுதிகளும் கிளர்நிலை யடைகின்றன. நரம்பிழையின் ஒரு பகுதியில் உருவாகும் கிளர்நிலை அதன் அண்மைப் பகுதிக்குக் கடத்தப் படுகிறது. ஓர் உறுப்பினுக்கு நரம்பூட்டும் நரம்பிழை வழியே வரும் கிளரலைகளால் அவ் வுறுப்பில் பல்வேறு வகையான மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன. ஓய்வு நிலையிலிருந்து உறுப்பு செயல்நிலை அடைகிறது. ஏற்கனவே செயல்நிலையிலுள்ள உறுப்பு செயலை மிகுதிப்படுத்துகிறது. சில நேரங்களில் வேகசு நரம்பைத் தூண்டியபோது இதய வேகத்தில் ஏற்பட்ட மாறுதல் போன்ற செயல்நிலையில் குறைவு ஏற்படுகிறது. தடை ஏற்படுகிறதெனினும் பொதுவாக, ஓர் உறுப்பினுக்கு நரம்பூட்டும் நரம்பிழை கிளர்ச்சியடையும் பொழுது அவ் வுறுப்பின் செயல்நிலையில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது எனலாம். எனவே, கிளர்ச்சி நரம்பிழை முடிவுறும் உடலியக்கச் செயல்களை நரம்புக்கிளர்ச்சி மாற்றியமைக்கிறது எனலாம். இவ் வுறுப்புகள் உடலின் பல்வேறு திசுக்களாகவோ (தசை, மேலிழை அல்லது இணைப்புத் திசு) மற்ற நரம்பணுக்க ளாகவோ இருக்கலாம். நரம்பணுக்களில் சென்று கிளர்ச்சி

யுற்ற நரம்பிழைகள் முடிவுறும்போது அந் நரம்பணுக்களில் கிளர்ச்சி உருவாகிறது அல்லது அந் நரப்பத்தில் வேறு வகையான மாற்றத்தை உருவாக்குகிறது. எனவே, நரம்புக் கிளர்ச்சி என்பது ஒரு தூண்டற்செயலென பாவ்லோவ் கருதினர்.

நரம்புக் கிளரலை

நரம்பக் கிளர்ச்சி பரவும் முறை விட்டுவிட்டு ஊசலாடிச் செல்லும் முறையாகும். இதனைக் கிளர்ச்சியின்போது நரம்பில் தோன்றும் மின்னோட்டத்தை அறிவதன் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஒரு நரம்பிழை அல்லது நரம்பணு கிளர்ச்சி யடையும்போது கிளர்ச்சியுற்ற பகுதி எதிர் மின்னழுத்த முடையதாக ஆகிவிடுகிறது. கிளர்ச்சியுற்ற பகுதியில் எதிர் மின்னழுத்தமுடைய அயனிகள் தோன்றுவதே இதற்குக் காரணமாகும். எனவே, கிளர்ச்சியுற்ற பகுதியிலும் கிளர்ச்சி யடையாத ஓய்வுநிலையிலுள்ள பகுதியிலுமாக இருஇடங்களில் ஊசலாடு பதிவேடு கருவி ஒன்றை இணைப்பதன் மூலம் தூண்டப்பட்ட நரம்பிழைப் பகுதிக்கும் ஓய்வுநிலையிலுள்ள பகுதிக்கு மிடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடுகளை அறிய இயலும் (படம்-1). கிளர்ச்சியடையும் பொழுது நரம்பின் கிளர்ச்சியுற்ற பகுதி எதிர் மின்னழுத்தமுடையதாக மாறுகிறது. இவ் வெதிர்மின்னழுத்த நிலை சிறிது சிறிதாக உயர்வடைந்து உச்சநிலையினை அடைகிறது. பின்னர் ஒரு வினாடியின் ஆயிரக்கூற்றுக் காலத்தில் மறைந்துவிடுகிறது. பாலூட்டிகளின் சில நரம்பிழைகளில் வினாடியின் சில பத்தாயிரக் கூற்றுக்காலத்தில் மறைந்துவிடுகிறது. இதன் பின் மீண்டும் தூண்டுதல் நடைபெறுமெனின், புதிதாக எதிர்மின்னழுத்தம் உருவாகிறது. முன்னர் நிகழ்ந்தது போன்றே இம் மின்னழுத்தமும் விரைவில் மறைந்துவிடுகிறது. இவ்வாறு நரம்பிழையை மாறி மாறிப் பன்முறை தூண்டும் பொழுது அல்லது இடைவிடாது செயல்படும் தூண்டுகையால் தூண்டும்பொழுது அந் நரம்பிழையின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் மின்னழுத்தம் மாறிக்கொண்டேயிருப்பதைக் காணலாம். தூண்டுதல்கள் வலுப்படுவதன் மூலமோ நீடிப்பதன் மூலமோ நரம்பிழைகளில் பரவும் வினைமின்னின் விட்டுவிட்டுச் செல்லும் இயல்பை மாற்ற இயலாது. இதுவே நரம்பக் கிளரலைகளின் இயல்பினைக் காட்டும் ஒன்றாகும்.

நரம்பத்தின் கிளர்ச்சியுற்ற பகுதியில் ஏற்படும் எதிர் மின்னழுத்த நிலை அப் பகுதியில் ஏற்படும் இயங்கு வேதியியல் மாற்றங்களைச் சார்ந்திருக்கிற தெனலாம்.



படம் 1. நரம்பிழையில் நரம்புத் தூண்டலைகள் பரவும்பொழுது செயல், மின்னோட்டம் தோன்றுவதை விளக்கும் படம்

தூண்டப்பட்ட நரம்பிழைப் பகுதி, படத்தில் அடர்ந்த கோடுகளால் காட்டப்பட்டுள்ளது. +, − குறியீடுகள் நரம்பிழையின் உட்பகுதியிலும், புறப்பகுதியிலும் பரவியுள்ள நேர்மின் அயனிகளையும், எதிர்மின் அயனிகளையும் குறிக்கின்றன. அ (A), ஆ (B) என்ற குறியீடுகள், ஊசலாடு பதிவேடு கருவி (oscillograph) இணைப்புகளைக் குறிக்கின்றன. அம்புக் குறியுடன் கூடிய வட்டம் மின்னோட்டத்தின் போக்கினைக் குறிக்கிறது. I. நரம்பணுவின் உடலிலிருந்து வரும் தூண்டல் 'அ' என்ற இடத்தை அடையவில்லை. எனவே, 'அ'வுக்கும், 'ஆ'வுக்கும் இடையே மின்னழுத்த நிலையில் மாறுதலில்லை. II. தூண்டல் 'அ' பகுதியை அடைந்து விட்டது. 'ஆ' பகுதியுடன் ஒப்பிடும்போது, 'அ' பகுதி எதிர் மின்னழுத்த முடையதாக இருக்கிறது. ஊசலாடு பதிவேடு கருவியின் ஆடி ஒருபுறமாய்த் திரும்பியுள்ளது. இத் திருப்பம் செயல் மின்னோட்டப் பதிவில் ஏறு கோடாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது (படத்தில் வலதுபுறம் காண்க). III. தூண்டல் 'அ' பகுதியை கடந்து விட்டதெனினும், 'ஆ' பகுதியை அடையவில்லை. எனவே இரு பகுதிகளுக் கிடையேயுள்ள மின்னழுத்த நிலையில் மாறுதலில்லை. எனவே, ஊசலாடு பதிலேடு கருவியின் ஆடி நடுநிலை நோக்கித் திரும்புகிறது. IV. தூண்டல் 'ஆ' பகுதியை அடைந்து விட்டது. எனவே, இப் பகுதி 'அ' பகுதியுடன் ஒப்பிடும்போது எதிர் மின்னழுத்தமுடையதாகிறது. (எனவே அலை பதிகை இரண்டாவது பதிவிற்கு எதிரான திசையில் தோன்றும் மின்னோட்டத்தைப் பதிவு செய்கிறது). V. தூண்டலை அலை பதிவியின் இணைப்புப் பகுதிகளைக் கடந்து சென்று விட்டது. எனவே அ, ஆ பகுதிகளுக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்த மாறுதல் மறைகிறது.

எனவே, கிளர்ச்சியின்போது நரம்புத் திசுக்களில், மிக விரைவான, எளிதில் மீண்டும் பழையநிலையை அடையும் தன்மையுடைய செயல்கள் நடைபெறுகின்றன. இவையே நரம்பத்தின் கிளர்ச்சியுற்ற பகுதியில் எதிர்மின்னழுத்தமுள்ள அயனிகள் குவிவதைக் கணிக்கின்றன எனலாம். நரம்பத்தின் கிளர்ச்சியுற்ற பகுதியில் மின்னழுத்த மாறுதல்களையும், வேதியியல் மாற்றங்களையும், இயங்கு வேதியியல் மாற்றங்களையும் உருவாக்கி நரம்பகத்தின் வழியே கடந்து செல்கின்ற மிக விரைவாக உருவாகிற, மறைகிற குறுகிய காலக் கிளர்ச்சியே கிளரலை எனப்படும். ஒவ்வொரு நரம்பகக் கிளரலையும் நரப்பத்தில் பரவுகிற ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் கிளர்ச்சியுற்ற நிலையிலிருக்கும் நரப்பத்தின் பகுதிக்கும், அந் நரப்பத்தின் மற்ற பகுதிகளுக்கு மிடையே ஏற்படும் மின்னழுத்த மாறுதல்களைக் கணிக்கிற இயங்கு வேதியியல் மாற்றங்களான தனித்தனிச் சுழற்சிகளாக விளங்குகிறது.

மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை வினைமின்னோட்டமென்றும், வினை பின்னழுத்தமென்றும் குறிப்பிடுவர் (இப் பெயர்கள் மற்ற திசுக்களில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளையும் குறிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன).

கிளரலைகள் கடத்தப்படும்பொழுது நரம்பு மண்டலத்தில் தோன்றும் நிகழ்வுகளை யறிய வினைமின்பற்றிய ஆய்வுகள் பெருந்துணை புரிகின்றன. மேலும் நரம்புத் திசுக்களில் மிகக் குறுகிய காலத்தில் நடைபெறும் விநாடியின் ஆயிரத்திலோரு பங்கில் நடைபெறும் மாற்றங்களை யறிய உதவுகிறது.

ஏற்பிகள்பற்றிய கருத்து

சீர் நிலைகளில் சிறப்பான நரம்பமைப்புகளெனப்படும் ஏற்பிகள் செயல்களில் தூண்டுகை செயல்படுவதன் மூலமே நரம்பு மண்டலத்தில் கிளர்ச்சி தோன்றுகிறது. புறத் தூண்டுகைகளின் ஆற்றலை ஏற்பிகளிலிருந்து நடுநரம்பு மண்டலத்திற்கு கிளரலைகளின் வடிவில் கடத்தப்படும் கிளர்ச்சியாக மாற்றும் நரம்பமைப்புக்களே அல்லது நரப்ப மேலிழைம அமைப்புகளே இவ் வேற்பிகளாகும்.

நரம்பிழைகளின்மீது செலுத்தப்படும்போது கிளர்ச்சியை உருவாக்காத வலுக் குறைந்த தூண்டுகைகள்கூட ஏற்பிகளில் கிளர்ச்சியை உருவாக்க வியலும். சான்றாக, 10,000-ல் ஒரு பங்கு அடர்த்தியுள்ள குயினினை உணர் நரம்புகளின்மீது

இடும்பொழுது எவ்வகையான கிளர்ச்சியும் உருவாவதில்லை. ஆனால், இதே அடர்த்தியுள்ள குயினின் சுவையேற்பிகளில் கிளர்ச்சியினை உருவாக்குகிறது. இக் கிளர்ச்சி சுவை ஏற்பிகளிலிருந்து செல்லும் நரம்பிழைகளின் வழியே நடுநரம்பு மண்டலத்திற்குக் கடத்தப்படுகிறது.

படிமலர்ச்சியின்போது ஏற்பிகள் வகைப்படுத்தப் படுகின்றன. அதாவது, ஒரு தூண்டுகை மிகக் குறைவான வலுவுடையதாக இருப்பினும் தூண்டுகையைக் கிளர்ச்சியாக மாற்றும் ஆற்றலுடைய குறிப்பிட்ட ஏற்பித் தொகுதிகளாக ஏற்பிகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. எனவே, ஏற்பிகள் தூண்டுதல்களை ஏற்றுக் கொள்வன மட்டுமன்றி அவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பனவுமாகும். இயற்கையான சூழல்களில் ஒவ்வொரு வகை ஏற்பியும் குறிப்பிட்ட தூண்டுகைக்கு ஏற்ப மட்டுமே செயல்படுகிறது. சில ஏற்பிகள் பொறித் தூண்டல்களால் தூண்டப்படுகின்றன. (பொறியேற்பிகள்) சில கனல், குளிர் இவற்றால் தூண்டப்படுகின்றன. (வெப்ப ஏற்பிகள்) சில வேதிமப் பொருள்களால் தூண்டப்படுகின்றன. (வேதியேற்பிகள்) சில ஏற்பிகள் ஒலியாலும், சில மின்காந்த ஒலி அலைகளாலும் தூண்டப்படுகின்றன. ஏற்பிகளின் உருவமைப்பு பல்வேறுபட்டதாகும். எளிய நரம்பு நுனிகளிலிருந்து சிக்கலான கண், காது போன்ற சிறப்பு ஏற்புகள் வரையுள்ள பல்வேறு நிலைகளில் காணப்படுகின்றது.

ஏற்பிகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) புறவேற்பிகள் : இவை புறச் சூழலின் தூண்டுகைகளால் தூண்டப்படுகின்றன. இவற்றுள் (அ) தோலின் ஏற்பிகளும், வாய், மூக்கு, மூச்சு வழியின் மேற்பகுதி, சிறுங்கை போன்றவற்றின் சளிப்படல ஏற்பிகள் (தொடு உணர்வு ஏற்பிகள், வெப்ப ஏற்பிகள், வலி ஏற்பிகள்), (ஆ) சிறப்பான வேதிமப் பொருட்களின் தூண்டுகைக்குட்பட்ட முதிர்வு சுவை ஏற்பிகள், (இ) ஒலி ஏற்பிகள் (காது), (ஈ) ஒளி ஏற்பிகள் (கண்) போன்றவை அடங்கும்.

இறுதியாகக் குறிப்பிட்ட இரு ஏற்பிகளும் (வெப்ப, முகர்வு ஏற்பிகளும்) உயிரினத்தை விட்டுச் சற்று தொலைவில் தூண்டுகைகளாலேயே தூண்டப்படும் இயல்புடையன வாதலால் இவ் வேற்பிகளைத் தொலை வேற்பிகள் எனவும் அழைப்பர்.

(2) **அகவேற்பிகள் :** உயிரினத்தின் அகச் சூழலின் தூண்டுகைகளினால் இவ் வேற்பிகள் தூண்டப்படுகின்றன. இவற்றுள் கீழ்கண்டவை சிறப்பானவை.

அ. **பொறியேற்பிகள் :** இவ் வேற்பிகள், அவை அமைந்துள்ள உறுப்புகளின் (தசைகள், இதயம், மூட்டுகள்) அசைவினாலும், அவற்றிலேற்படும் அழுத்த மாறுபாடுகளாலும் தூண்டப்படுகின்ற அழுத்த மாறுதல்களால் தூண்டப்படும் ஏற்பிகள் அழுத்த ஏற்பிகள் என அழைக்கப் படுகின்றன.

ஆ. வேதியேற்பிகள்: உயிரினத்தின் உடலில் தோன்றும் வேதியியப் பொருட்களாலும், புறச்சூழலிலிருந்து உடலுக்குள் நுழையும் வேதியப் பொருட்களாலும் இவ் வேற்பிகள் தூண்டப் படுகின்றன.

இ. **வெப்ப ஏற்பிகள் :** வெப்பநிலையி லேற்படும் மாறுதல் களால் இவை தூண்டப்படுகின்றன. வலியுணர்வை ஏற்கும் ஏற்பிகளும் அவ் வேற்பிகளாகும். திசுக்களுக்கு ஊறு விளை விக்கும் பொருட்களால் தூண்டப்படுகின்றன. அகவேற்பிகள் அவை அமைந்துள்ள உறுப்புகளைப் பொறுத்தும் பிரிக்கப்படு கின்றன. குருதிக் குழற் சுவரில் அமைந்துள்ள குழல் ஏற்பிகள், திசு ஏற்பிகள் (திசுவின் வளர்சிதை மாற்றத்தால் தூண்டப் பெறும் வேதியேற்பிகளாகும்). தசைகளின் ஏற்பிகள், தசை நாண்களின் ஏற்பிகள், மூட்டுக்களின் ஏற்பிகள், மூட்டுவட ஏற்பிகள் (இவை யாவும் இயக்க அமைப்பின் ஏற்பிகளெனப் படும்) போன்ற பல்வேறு உறுப்புகளில் ஏற்பித் தொகுதிகள் அமைந்துள்ளன. இறுதியாகக் குறிப்பிட்ட ஏற்பிகளையும் செவிவளை ஏற்பிகளையும் 'proprioceptors' என்பர்.

அகவேற்பிகளுக்கும், புறவேற்பிகளுக்கு மிடையேயுள்ள வேறுபாடு சில நேரங்களில் மறைந்து விடுகிறது. ஏனெனில் உள்ளுறுப்புகளின் ஏற்பிகள் சில நேரங்களில் புறச் சூழலின் தூண்டுகைகளால் தூண்டப்படுகின்றன (சான்றுகத் தோலின் வழியாக உறுப்பின்மீது அழுத்தத்தை செலுத்தல், இரைப்பையி னுள் குளிர்ந்த அல்லது சூடான குழம்புப் பொருட்களைச் செலுத்தல் போன்றவைகளால் உள்ளுறுப்புகள் தூண்டப் படுதல்).

நடுநரம்பு மண்டல ஏற்பிகள், செயலுறுப்புகள் ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள இணைப்பு

ஏற்பிகளை நடுநரம்பு மண்டலத்துடன் இணைக்கும் ஏற்பிழைகளை உருவாக்கும் நரப்ப விழுது கொண்ட நரம்பணுக்கள், ஏற்பு நரம்பணுக்கள் அல்லது ஏற்பு நரப்பம் என அழைக்கப்படும். இத்தகைய ஏற்பிழைகள் வழியாகவே கிளர்ச்சி ஏற்பிகளிலிருந்து நடுநரம்பு மண்டலத்திற்குக் கடத்தப் படுகிறது.

ஏற்பிகளைத் தரும் நரம்பணுக்கள் நடுநரம்பு மண்டலத்திற்கு வெளியே காணப்படுகின்றன. இவை தண்டுவட முடிச்சுகளிலும் மண்டை நரம்புகளின் முடிச்சுகளிலும் காணப்படுகின்றன. தண்டுவட முடிச்சுகள் முதுகெலும்புக் குழலிலும், மண்டை நரம்புகளின் முடிச்சுகள் மண்டையறையிலும், அதன் எலும்புகளின் துளைகளிலும் காணப்படுகின்றன. நரம்பு முடிச்சுகளில் ஏற்பு நரம்பணுவின் (உடலுக்கு மிக அண்மையில்) ஒவ்வொரு நரப்ப விழுதும் இரண்டாகப் பிரிகிறது. ஒரு பிரிவு ஒரு குறிப்பிட்ட ஏற்பியில் சென்று முடிவடைகிறது. மற்றொரு பிரிவு தண்டுவடம் அல்லது முகுளத்தின் பின்புற வேரின் வழியாகத் தண்டுவடத்தையோ முகுளத்தையோ சென்றடைகிறது.

இடை நரப்பங்கள் : பெரும்பாலும் தண்டுவடம் அல்லது முகுளத்தினுட் செல்லும் ஏற்பிழைகள் நடுநரம்பு மண்டலத்தை விட்டு வெளியே நரப்ப விழுதுகளைக்கொண்ட நரப்பங்களின் அணுவுடலில் சென்று முடிவடைகின்றன. ஏற்பிகளுடனோ, செயலுறுப்புகளுடனோ நேரடியாகத் தொடர்பு கொள்ளா மைய நரப்பங்கள் இடை நரப்பங்களென அழைக்கப்படுகின்றன. இவ் விடை நரப்பங்கள், ஏற்பு நரப்பங்களுக்கும் விழுப்பு நரப்பங்களுக்கு மிடையே யுள்ள கிளர்ச்சியின் கடத்தப் பாதையில் அடங்கியிருக்கின்றன.

முகுளம், தண்டுவடம் இவற்றில் நுழையும் ஏற்பிழைகள் ஒவ்வொன்றும் பல கிளைகளாகக் கிளைக்கின்றன. எனவே, இவைகள் ஒரு நரப்பத்தோடன்றி பல்வேறு நரப்பத்துடன் தொடர்பு ஏற்படுத்துகின்றன. இடை நரப்பங்களில் சில சிறு மூளைக்கும் இடை மூளைப் பகுதிக்கும் நரப்பிழைகளை அனுப்புகின்றன. இவ் விடங்களிலுள்ள நரப்பணுக்களிலிருந்து பெரு மூளைப் புறணிக்கும், துணைப் புறணியென அழைக்கப்படும் சால்வரியிடத்தையும் கிளர்ச்சி சென்றடைகிறது. நரம்பு

மண்டலத்தின் உயர்விட்மான மூளையின் இப் பகுதிகள் நடு நரம்பின் கீழ்ப் பகுதிகள் யாவற்றின் மீதும் விளைவாட்சி செய்து வருகின்றன.

தண்டு வடத்திற்கும் முகுளத்திற்கும் ஏற்பிகளிலிருந்து முகர்வு ஏற்பிகள், ஒளியேற்பிகள் தவிர வரும் கிளர்ச்சி பல நரம்பணுக்களின் வழியாக பெரு மூளைப் புறணியை அடைகின்றன.

பெருமூளைப் புறணியின் சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளிலுள்ள நரம்பணுக்களின் நரப்பவிழுதுகள், நடுநரம்பு மண்டலத்தின் கீழ்ப்பகுதி நோக்கி இறங்கிவிடுகின்றன. இவ் விழுதுகள், பெரு மூளைப்புறணி, துணைப்புறணி ஆகியவற்றிலிருந்து பல இடை நரப்பங்கள் வழியாகத் தண்டுவடம், முகுளம் ஆகியவற்றினை விழுப்பு நரம்புகளுக்குக் கிளர்ச்சியைக் கடத்துகின்றன. இவ்வாறு, ஏற்பிகளிலிருந்து தோன்றி, ஏற்பு நரம்பிழைகள் வழியாகத் தண்டுவடம், முகுளம் ஆகியவற்றிற்குக் கடத்தப்படும் கிளர்ச்சி நடுநரம்பு மண்டலத்தின் நரப்பத் தொகுதிகளைத் தூண்டி, அந் நரப்பங்களின் மூலம் விடுப்பு நரம்புகளின்மீது செயல்படுகிறது. இவ்வாறு நிகழும் விழுப்பு நரம்புகளின் கிளர்ச்சி(தடை)யே ஏற்பிகளின் தூண்டுதலுக்கேற்ப உயிரினத்தில் நடைபெறும் மறிவினைகளைக் கணிக்கிறது.

தண்டுவடம், முகுளம் ஆகியவற்றின் விடுப்பு நரப்பங்கள்: இந் நரப்பங்களின் விழுதுகள் நடுநரம்பு மண்டலத்தையும் பல்வேறு செயலுறுப்புகளையும் இணைக்கின்றன. ஏற்பிகளின் தூண்டுதலால் நரம்பு மையங்களில் தோன்றும் கிளர்ச்சி இந் நரப்பங்களின் விழுதுகளாலேயே கடத்தப்படுகிறது. நடுநரம்பு மண்டலத்திலிருந்து உடலின் செயலுறுப்புகளுக்குக் கிளர்ச்சியைக் கடத்தும் நரம்பிழைகள் விடுப்பு நரம்பிழைகள் அல்லது வெளிச்செல் நரம்பிழைகள் எனப்படும். இவை தண்டுவடத்தின் முன்புற வேர்வழியாகவே செல்கின்றன; அல்லது முகுளம், நடுமூளை ஆகியவற்றிலிருந்து மண்டை நரம்புகள் வழியாக வருகின்றன. விடுப்பு நரம்பிழைகள் வழியாக நடத்தப்படும் கிளரலைகளுக் கேற்பச் செயல்படும் உறுப்புகள் செயலுறுப்புகள் எனப்படும் (சான்ருகக் கண்ணை இமைக்கும் பொழுது கண் இமைகளின் தசைகள் செயலுறுப்புகளாக விளங்குகின்றன).

இயக்கு நரப்பங்கள்: எலும்புத் தசைகளைச் சுருங்கச் செய்யும் கிளரலைகளைக் கடத்தும் நரப்ப விழுதுகளைக்

கொண்ட விடுப்பு நரப்பங்கள் இயக்கு நரப்பங்கள் எனப்படும். இந் நரப்பங்கள் பெரும்பாலும் தண்டுவடத்தின் முன்புறக் கொம்பில் அமைந்துள்ளன. இந் நரம்பணுக்களின் நரப்ப விழுதுகள் முன்புற வேர்வழியாக வெளியே உருவாகின்றன. இவை அவற்றிற்குரிய தசைகளைச் சென்றடையும்வரை எவ்வகையாலும் குறுக்கீடு அடைவதில்லை.

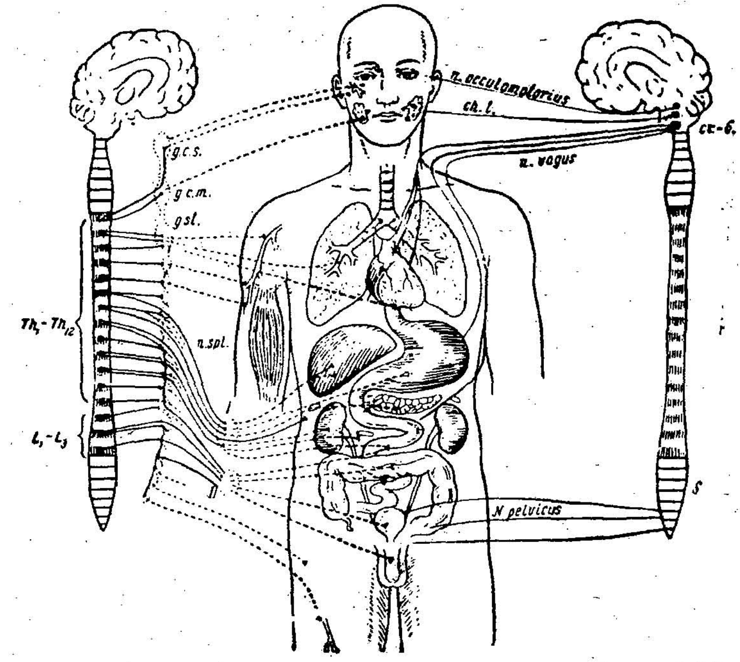
தன்னியக்க நரம்பு மண்டல நரப்பங்கள்: எலும்புத் தசைகளன்றி மற்ற திசுக்களுக்கு விடுப்புக் கிளரலைக் கடத்துவன இம் மண்டலத்தின் நரப்பங்களாகும். இயக்கு நரப்பங்கள் தவிர மற்ற விடுப்பு நரப்பங்கள் யாவும் தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தின் நரப்பங்களாகுமெனக் கூறலாம்.

சுற்றோட்டம், செரித்தல், கழிவு உறுப்புகள், வளர்சிதை மாற்றம் போன்ற இயக்கங்கள் யாவும் எலும்புத்தசைகளின் இயக்கத்தைப்போன்று நடுநரம்பு மண்டலத்தின் கட்டுப் பாட்டில் இயங்கி வருகின்றன. இக் கட்டுப்பாடு பல்வேறு ஏற்பிகளிலிருந்து வரும் கிளரலைகளைப் பொறுத்தே யிருக்கிறது. எனவே, இக் கட்டுப்பாடு புற, அகச் சூழலைப் பொறுத்தே இருக்கிறதெனலாம். தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தில் தோன்றும் கிளர்ச்சி தனியாகத் தோன்றுவதில்லை. நடுநரம்பு மண்டலத்திலிருந்து வரும் கிளரலைகளையே இம் மண்டலத்தின் விடுப்பு நரப்பங்கள் செயலுறுப்புகளுக்குக் கடத்துகின்றன. எனவே, தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம் 'எனக் குறிப்பிடும் பொழுது இயக்கு நரம்புகளினின்றும் தனிப்பட்ட ஒருசில இயல்புகள் கொண்ட நரம்பணுத் தொகுதியென்றே பொருள் கொள்ள வேண்டும் (படம் 2).

மூளையிலிருந்தோ, தண்டுவடத்திலிருந்தோ வரும் தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தின் நரம்பிழைகள் அவை நரம்பூட்டும் செயலுறுப்புகளை நேரடியாகச் சென்று அடைவதில்லை என்பதே இதன் சிறந்த கூறமைப்பாகும்.[1] இவை பெரும்பாலும் நடுநரம்பு மண்டலத்திற்கு வெளியே அமைந்துள்ள நரம்பணுக்களில் சென்று முடிவடைகின்றன. இந் நரம்பணுக்களின் தொகுதியே தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தின் முடிச்சுகள் எனப்படும்.

---

[1] மீச்சுரப்பி அயனிக்கு நரம்பூட்டும் பிரிவு நரம்பிழைகள் மட்டும் இதற்கு விலக்காகும். இந் நரம்பிழைகள் மீச்சுரப்பியின் அகனியில் நேரடியாகச் சென்று முடிவடைகின்றன.



படம் 2. இயங்கு நரம்பு மண்டலத்தின் பரிவு மண்டலப் பிரிவையும் (இடப்புறம்), எதிர் பரிவு நரம்பு மண்டலப் பிரிவையும் (வலப்புறம்) காட்டும் படம்

இடையிலுள்ள படம் பரிவு நரம்பிழைகளும் (இடப்புறம்) எதிர் பரிவு நரம்பிழைகளும் (வலப்புறம்) சென்று, நரம்பூட்டும் உறுப்புகளைக் காட்டுகிறது. சீரான கோடுகள் நரம்பு முடிச்சு முன்னிழைகளையும், புள்ளிக் கோடுகள் நரம்பு முடிச்சுப் பின்னிழைகளையும் குறிக்கின்றன. பரிவு மண்டலத்தின் முடிச்சுகள் இடையிலுள்ள படத்தின் இடப் புறத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. எதிர் பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் முடிச்சணுக்கள் நரம்பூட்டப்பட்ட உறுப்புகளுக்கு அருகிலோ, உறுப்புகளின் உட்புறத்திலோ (வலப்புறமிருந்து செல்லும்) சீரான கோடுகள் புள்ளியிட்ட கோடுகளாக மாறுமிடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இடப்புறம்: (Th_1—Th_{12})—மார்பகப் பகுதியிலுள்ள தண்டுவட வட்டுகள்; (L_1—L_3)—இடைப் பகுதியின் தண்டுவட வட்டுகள்; (G.L.S.)—கழுத்துப்புற மேல் முடிச்சு; (G.C.M.)—கழுத்துப்புற நடு முடிச்சு; (G.St.)—விண்மீன் வடிவ பரிவு முடிச்சு; I—வயிற்று நரம்பு முடிச்சு (Coeliac); II—குடலுறை முடிச்சு (Mesenteric); n.Spl.—குடல் முடிச்சு (Splanchnic).

வலப்புறம்: (C.L.B.)—எதிர் பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் மண்டை முகுளப் பிரிவு.

S—Sacral இடுப்பு முக்கோண நரம்பு; (Cr.le.)—செவிப்பறை நாள நரம்பு; N. Oculo motoris—விழித்தசையியக்க நரம்பு; N. Vagus—தெளிவறு நரம்பு; N. pevircus—இடுப்பு நரம்பு.

தண்டுவடம், முகுளம், நடுமூளை ஆகியவற்றிலிருந்து முடிச்சுகளுக்குச் செல்லும் தன்னியக்கிய மண்டலத்தின் நரம்பிழைகள் முடிச்சு முன்னிழைகள் என அழைக்கப் படுகின்றன. இவ் விழைகள் வழியே கடத்தப்படும் கிளர்ச்சி தன்னியக்க மண்டல முடிச்சுகளின் நரம்பணுக்களைத் தூண்டு கிறது. முடிச்சு நரம்பணுக்களில் தோன்றும் கிளர்ச்சி அவற்றின் விழுதுகள் வழியாக—முடிச்சுப் பின்னிழை—செய லுறுப்புகளுக்கு அனுப்பப்படுகின்றது. இவ்வாறு நடுநரம்பு மண்டலத்திலிருந்து செயலுறுப்புகளுக்குச் செல்லும் கிளர்ச்சி தன்னியக்க மண்டலத்தில் இரு நரப்பங்களின் வழியாகச் செல்லுகிறது. முதல் நரப்பத்தின் நரம்பணு உடலே, தண்டு வடம் அல்லது முகுளம் அல்லது நடுமூளைப் பகுதியில் அமைந் திருக்கிறது. இதனுடைய விழுது முடிச்சுகளைச் சென்றடையும் முடிச்சு முன்னிலையாக விளங்குகிறது. இரண்டாவது, நரப் பத்தின் உடல் முடிச்சுகளில் காணப்படுகிறது. நரம்பூட்டும் உறுப்புகளின் திசுக்களில் இந் நரப்பத்தின் விழுது முடிச்சுப் பின்னிழை—சென்று முடிவடைகிறது.

தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தில் வெவ்வேறுன இரு பகுதிகளைக் காணலாம்.

1. **எதிர் பரிவு நரம்பு மண்டலம்:** (அ) நடுமூளை முகுளம், தண்டுவடத்தின் வட்டுக்கள் ஆகியவற்றில் அமைந்துள்ள நரம்பணுக்களும் இந் நரம்பணுக்களிலிருந்து வெளிவரும் எதிர் பரிவு முடிச்சு முன்னிழைகளும் (இவ் விழைகள் விழித் தசை யியக்க நரம்பு வேகசு நரம்பு, முக நரம்பு ஆகியவற்றின் வழியே சென்று பரிவு மண்டல முடிச்சுகளை யடைகின்றன) (ஆ) எதிர் பரிவு முடிச்சு பின்னிழைகளைத் தரும் முடிச்சுகளில் அமைந் துள்ள நரம்பணுக்களும் இம் மண்டலத்தி லடங்கும். எதிர்பரிவு முடிச்சுகள் பெரும்பாலும் அவை நரம்பூட்டும் உறுப்புகளுக்கு அருகாகவோ அவற்றின் சுவர்களிலோ காணப்படுகின்றன.

2. **பரிவு நரம்பு மண்டலம்:** (அ) தண்டு வடத்தின் மார்பு வட்டுக்கள், முதலிரு இடை வட்டுக்கள் ஆகியவற்றின் சாம்பற் பகுதியின் பக்க வட்டுக் கொம்பில் அமைந்துள்ள நரம்பணுக்களையும் 1, 2 மார்பு வட்டுக்களிலிருந்தும், 3, 4 குருதி வட்டுக்களிலிருந்தும் வெளிவரும் நரப்ப விழுதுகளையும் இணைக்கும் பரிவு-முடிச்சு முன்னிழைகள் (ஆ) பரிவு முடிச்சு களின் நரம்பணுக்களிலிருந்து வரும் நரப்ப விழுதுகளையும் பரிவு முடிச்சு பின்னிழைகளையும் கொண்டதே இம் மண்டலமாகும். இம் மண்டலத்தின் முடிச்சுகள் முதுகுத் தண்டிற்கு இரு புறத்

திலும் சங்கிலித் தொடர் போன்று அமைந்திருக்கின்றன. சில முடிச்சுகள் (சீலியக் குடலுறை மடிப்பு முடிச்சுகள்) வயிற் றறையிலும் காணப்படுகின்றன.

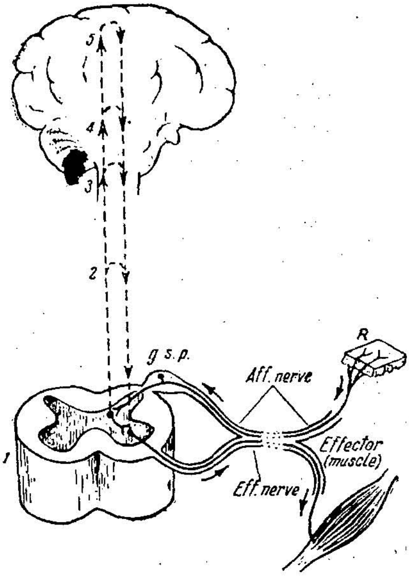
மறிவினைக் கொள்கை

ஏற்பிகளின் தூண்டுதலால், ஏற்பிழைகள் வழியே நடு நரம்பு மண்டலத்தில் செயல்படும் கிளரலைகள் ஏற்படுத்தும் விளைவு தூண்டப்பட்ட ஏற்பியின் இயல்பு, அவ்வாறு தூண்டப் படும்பொழுது நடுநரம்பு மண்டலத்தின் செயல்நிலைத் தூண்டுதலின் வலிமை, காலம் முதலியனவற்றைச் சார்ந் திருக்கிறது. ஏற்பிகளிலிருந்து வரும் கிளரலைகளால் கணிக்கப் படும் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் செயல் விடுப்பு நரம்புகளின் விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. ஏற்பிகளின் தூண்டுதலால் கிளர்ச்சியுற்ற நடுநரம்பு மண்டலம் விடுப்பு நரம்புகளில் கிளர் நிலையை உருவாக்கும்பொழுது அக் கிளர்ச்சி விடுப்பு நரம்பிழைகள் வழியே அவை நரம்பூட்டும் செயலுறுப்புகளைச் சென்றடைகிறது. விடுப்பு நரம்பிழைகளால் கொண்டுவரப் படும் கிளரலைகளுக்கேற்ப அவ்வுறுப்புகள் ஓய்வு நிலையி லிருந்து பணி நிலைக்கு மாறுகின்றன; அல்லது பணி நிலையில் மாறுதலை ஏற்படுத்திக் கொள்கிறது. எனவே, ஏற்பிகளின் தூண்டுதலின் விளைவாக, செயலுறுப்புகளில் குறிப்பிட்ட செயல் உருவாகிறது அல்லது உருவான செயலில் மாறுத லேற்படுகிறது.

ஏற்பிகளின் தூண்டுதலுக்கேற்ப நடுநரம்பு மண்டலத்தின் கண்காணிப்புடன் நடைபெறும் செயல்கள் மறிவினைகள் எனப்படும். இதையே ஏற்பிகளின் தூண்டுதலால் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் துணையுடன் நடைபெறும் செயல்கள் யாவும் மறிவினைகள் எனவும் கூறலாம். அவற்றுள் சில கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. சிறுங்கையின் ஏற்பிகளைத் தூண்டும் பொழுது கண்ணிமைத்தல் விழித்திரையில் ஒளி படும்போது சிறு நீர்ப்பை சுருங்குதல், தீங்குதரும் தூண்டுதலை விட்டு காலை வெடுக்கென எடுத்துச் செல்லல், சுவை ஏற்பிகள் தூண்டப் படுவதால் உமிழ்நீர் சுரத்தல் போன்றவை. ஏற்பிகளிலிருந்து ஏற்பு நரம்புகள் வழியே மையங்களுக்குக் கடத்தப்படும் கிளர்ச்சி அம் மையங்களில் ஏற்கெனவே உருவாகியிருக்கும் இணைப்புகள் வழியாகக் குறிப்பிட்ட வடுப்பு நரப்பங்களையும், அவற்றின் வழியே குறிப்பிட்ட செயலுறுப்புகளையும் தூண்டு கின்றன (சான்ருக தசைகள், சுரப்பிகள் போன்றவை). இதனல் பல்வேறு மறிவினைகளுக்கும் ஏற்புக் கலங்கள்

இருக்கின்றன வென்ற கொள்கையும், மறிவினை வில் என்ற கொள்கையும் உருவாயிற்று.

மறிவினையின் ஏற்புக் களன்: ஒரு குறிப்பிட்ட மறிவினையை உருவாக்கும் ஏற்பிகளைக் கொண்ட பகுதியே



படம் 3. பழகா மறிவினையின் அடிப்படையைக் காட்டும் படம்.

ஏற்பிகள் ஏ (R) தூண்டப்படும்பொழுது தோன்றும் நரம்புத் தூண்டலைகள், உட்செல் நரம்பிழைகள் (உ. செ. ந.—Aff. nerve) வழியே தண்டு வடத்திற்கு (1) கடத்தப்படுகின்றன (இங்கு ஒரே ஒரு நரம்பிழை மட்டுமே காட்டப்பட்டுள்ளது). தண்டு வடத்தில் இடையீடிட்ட நரம் பணுக்கள் வழியே அவை வெளிச்செல் நரம்பிழைகளிக்குக் கடத்தப் படுகின்றன (வெ. செ. ந.—Eff. nerve). இந் நரம்பிழைகளின் வழியே இயக்க உறுப்புகளுக்குச் செல்கிறது. புள்ளிக் கோடுகள் மைய நரம்பு மண்டலத்தின் கீழ்ப்பகுதியிலிருந்து பெரு மூளைப் புறணி (5) உள்ளிட்ட அனைத்து மேல்பகுதிகளுக்கும் (2, 3, 4) கிளர்ச்சி பரவுவதைக் காட்டு கின்றன. மூளையின் மேல் மட்டப் பகுதிகளில் ஏற்படும் மாறுதல்கள், வெளிச்செல் நரம்பணுக்களின்மீது மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி மறிவினைகளின் இறுதி விளைவுகளை மாற்றியமைக்கிறது.

ஏற்புக் களன் எனப்படும். சான்றாக, தவளையின் காலடி வலையையும் முழங்காலையும் தூண்டினால் கால் மடங்குவதைக் காணலாம். தவளையின் இப் பகுதியிலுள்ள தோல் மடங்கு மறிவினையின் ஏற்புக்களன் எனப்படும். தொடை, முதுகு ஆகியவற்றின் புறப் பகுதியைத் தூண்டினால் கால்கள்

முதுகுக் கருகில் கொண்டுவரப்படுகின்றன. இப் பகுதி தடவுதல் மறிவினையின் ஏற்புக்களன் எனப்படும். இமைத்தலின் ஏற்புக்களன் சிறுங்கையின் ஏற்பிகளாகும்.

மறிவினை வில் பற்றிய கொள்கை: ஒரு குறிப்பிட்ட மறிவினை செயல்படுவதற்குத் தேவையான நரம்பமைப்புகளைக் கொண்ட ஒன்றே மறிவினைவில் எனப்படும். ஒவ்வொரு மறிவினை வில்லிலும் (அ) ஏற்பி (ஆ) ஏற்பிகளிலிருந்து நடுநரம்பு மண்டலத்திற்குக் கிளரலைகளைக் கடத்திடும் ஏற்பிழைகள் (இ) விடுப்பு நரம்பைக் கொண்ட நரம்பு மையம் (ஈ) செயலுறுப்பிற்குச் செல்லும் விழுப்பு நரம்பிழை [படம் 8] ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது.

இதோ ஓர் எடுத்துக் காட்டு: சிறுங்கையின் ஏற்பிகளைத் தூண்டினால் மறிவினையால் கண்ணிமைகள் மூடுகின்றன. இதனுடைய மறிவினை வில்லில் சிறுங்கையின் ஏற்பிகள், முப்பிரிவு நரம்பின் ஏற்பிழைகள், தண்டு வடத்திலமைந்துள்ள நரப்பங்கள் (முப்பிரிவு நரம்பின் ஏற்பிழைகளிலிருந்து வரும் கிளர்ச்சியை முக நரம்பின் விடுப்பிழைகளுக்கு இந் நரப்பங்கள் கடத்துகின்றன), கண்ணிமைகளுக்கு நரம்பூட்டும் முக நரம்பின் விடுப்பிழைகள் முதலியன அடங்குகின்றன.

இம் மறிவினை வில்லில் எப் பகுதி பிறழ்படினும் மறிவினை நிகழாது. சான்றாக, கொகையின் கொண்டு சிறுங்கையின் ஏற்பிகளைச் செயலறச் செய்தால் இவ் வேற்பிகளில் கிளர்ச்சி உருவாவதில்லை. எனவே, ஏற்பி நரம்பிழைகளுக்குக் கிளர்ச்சி கடத்தப்படுவதில்லை. சிறுங்கையின் ஏற்பிகளிலிருந்து செல்லும் முப்பிரிவு நரம்பின் ஏற்பிழைகள் துண்டிக்கப்பட்டால் ஏற்பிகளில் தோன்றிய கிளர்ச்சி முகுளத்தைச் சென்றடைய இயலாது. முகுளத்தில் இம் மையப் பகுதி அழிக்கப்படுமெனின் ஏற்பிகளிலிருந்து வரும் கிளர்ச்சி விடுப்பு நரப்பங்களுக்குக் கடத்தப்படாது போகும். இறுதியாகக் கண்ணிமைத் தசைகளுக்குச் செல்லும் விடுப்பு நரம்பிழைகள் துண்டிக்கப்பட்டால் முகுளத்திலிருந்து வரும் கிளர்ச்சி தசைகளைச் சென்றடைய இயலாது போகும்.

பழக்கு மறிவினை, இயல்பான மறிவினை பற்றிய கொள்கை

பாவ்லோவிற்கு முன்னர், மறிவினைகள் யாவும் ஏற்பிகளின் தூண்டுதலுக்கேற்ப நிகழ்வன வென்றும், இம் மறிவினைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட விலங்குகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட மறிவினையைத்

தூண்டுவதன் மூலம் அனைத்திலும் ஏற்படுவன என்றும் நரம்பு மண்டலத்தின் உயர்விடங்கள் இல்லாத நிலையிலும் இம் மறிவினைகள் நிகழக்கூடும் என்றும் கருதி வந்தனர். இம் மறிவினைகள் மூளையின் உயர் விடங்களைச் சார்ந்திருக்கும் உன்னிய செயல்களுக்கு நேர் எதிரானவை என்றும் கருதினர். இக் கருத்துகளால் விலங்கினப் புறச் செயல்கள் யாவும் உன்னிய செயல்கள் என்ற கருத்துகளும், சுற்றுப்புறச் சூழலில் விலங்குகள் ஆற்றி வரும் செயல்களும், அக வுறுப்புகளின் பணிகள் மறிவினையால் கட்டுப்படுத்தப்படுவதும் நேர் மாறுதலுடையன என்றுகியது. இக் கருத்துகள் பெருமூளைப் புறணியின் செயல் போன்ற நரம்பு மண்டலத்தின் உயர் விடங்களில் நடைபெறும் செயல்களை அறிவதற்குரிய ஆய்வுப் பாதையினை அடைந்திருந்தன; காணுப் பொருளைக் கண்டறிய முடியாது என்ற கொள்கைக்கு அடிகோலின; சுற்றுப்புறச் சூழலில் வாழுகின்ற ஒன்றியைந்த விலங்கில் நிகழ்கின்ற செயல்களை அறிய உதவும் தொகுப்பு உடலியங்கியலின் தோற்றத்தைத் தடை செய்தன. எனவே, மறிவினைக் கொள்கையைப் பற்றிய புதிய திருந்திய கருத்துகள் உடலியங்கியலுக்கு ஓர் புதிய பாதையை வகுத்துக் கொடுத்தன.

ஒரு விலங்கின் பல்வேறு உறுப்புகளும் புறச் சூழலுடன் சம நிலையை இடைவிடாது அமைத்துக் கொள்வதன் மூலமே அவ் விலங்கு நிலைத்திருக்க முடிகிறது. அதாவது, புறச் சூழலின் தூண்டுகைகளுக்கேற்ப, குறிப்பிட்ட முறையில் செயல்படுவதன் மூலமே இச் சமநிலை உருவாகிறது. உயர் விலங்குகளில் இச் செயல்கள் நரம்பு மண்டலத்தால், மறிவினை உருவில் நிகழ்த்தப்படுகின்றன எனப் பாவ்லோவ் குறிப்பிட்டார்.

மேலே கூறியது போன்று பாவ்லோவிற்கு முன்னர்க் கூறப்பட்டு வந்த மறிவினைகளை பாவ்லோவ் இயல்பான மறிவினை என அழைத்தார். இம் மறிவினைகள் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் கீழ்ப் பகுதிகளால் நடத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக இச் செயல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வகைவிலங்குகளில் ஒன்றுகவே காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் சிறுங்கையைத் தூண்டியபோது கண்ணிமைத்தல், குரல்வளையினுள் புறப் பொருள்கள் செல்லும்போது இருமல் தோன்றுதல், மேலும் மற்ற சிக்கலான மறிவினைகள், பாலுணர்வு மறிவினைகள் (இவை உணர்ச்சி எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன) போன்றவை அடங்கும். இம் மறிவினைகள் ஏற்படுத்தும் விளைவு இம் மறிவினைகளைத் தூண்டும் தூண்டுகைகள், செயல்படும்

ஏற்பிகள், அதன் வலிமை ஆகியவற்றைப் பொருத்திருக்கின்றன. இம் மறிவினைகளில் புறத் தூண்டுகைக்கும் அதற்கேற்ப உயிரினத்தில் நிகழும் விளைவுகளுக்குமிடையே இடைவிடாத் தொடர்பு இருக்கிறது. இவையே இயல்பான மறிவினைகள் என அழைக்கப்பட வேண்டும் என பாவ்லோவ் கூறினார்.

இம் மறிவினைகளால் உருவாகும் சமநிலை, புறச் சூழல் நிலையாக இருக்கும்பொழுது மட்டுமே முழுமையடைகிறது எனப் பாவ்லோவ் சுட்டிக் காட்டினார். புறச் சூழல் எப்போதும் இடைவிடாது மாறிக்கொண்டிருக்கும் ஒன்றாகும். எனவே, சமநிலையை அடைய ஒரே நிலையான தொடர்புகள் போதுமானவை அல்ல. இத் தொடர்புகள் பழக்கு மறிவினைகளால் அல்லது குறுங்கால இணைப்புகளால் துணை செய்யப்பட வேண்டும். சான்றாக, தனக்கு முன்னர் வைக்கப்பட்ட உணவை உண்ண வேண்டுமெனில் அவ் விலங்கு விரைவில் பட்டினியால் இறந்து படும். அவ் விலங்கு பல்வேறு வகையான குறிகளால் அதனுடைய உணவைத் தேடிப் பிடிக்கவேண்டும். இத்தகைய குறிகளே, உணவு இருக்குமிடம் நோக்கி அவ் விலங்கினைச் செலுத்தி அவ்வுணவினை உண்ணச் செல்லும் குறிகளே பகுத்தூண்டுகைகளாகும். அதாவது, இத் தூண்டுகைகள் உணவுப் பாதை பழக்கு மறிவினைகளை உருவாக்குகின்றன. புறச் சூழலிலிருந்து தனக்குத் தேவையானதைப் பெறவும், தீங்கு தருவனவற்றிலிருந்து காத்துக் கொள்ளவும் உதவும் செயல்கள் யாவும் இத்தகையனவே.

பழக்கு மறிவினைகள் வாழ்நாளின்போது உருவாகும் புதிய மறிவினைகளாகும். இவை நடுநரம்பு மண்டலங்களின் உயர் விடங்களில் உருவாகும் குருங்கால இணைப்புகளால் நடைபெறுகின்றன.

கீழ்க்காணும் சிறந்த எடுத்துகாட்டுக்கள் மேற் கூறிய குறுங்கால இணைப்பின் நுட்பத்தை விளக்கும். இசையொலியினைக் கேட்டவுடன் எந்த ஒரு விலங்கும் உணவுப் பாதை மறிவினையினைக் காட்டுவதில்லை. அது போன்றே மின்குமிழ் எரியும் பொழுது எல்லா விலங்குகளிலும் காப்பு மறிவினைகளைக் காண வியலாது. ஆனால், எந்த ஒரு ஓசையினையும் உணவுப்பாதை மறிவினையின் பழக்கு மறிவினையாக மாற்ற இயலும். இவ்வாறு மாற்றிட இத் தூண்டுகை (ஓசை) உணவு ஊட்டுவதைத் தொடர்ந்து செயல்பட வேண்டும். மின் குமிழ் எரிவதைத் தொடர்ந்து பலமுறை தீங்கு தரும் தூண்டுகை

செயல்படுமெனின் மின் குமிழ் எரிவதற்கேற்பக் காப்பு மறி வினையை உருவாக்க வியலும். சீழ்க்கை ஒலியினைத் தொடர்ந்து ஒளிக் கதிர்களைக் கண்ணில் பாய்ச்சினால் ஏற்படும் பழக்கு மறி வினை உருவான பின்னர்ச் சீழ்க்கை ஒலியைக் கேட்டவுடன் அவ் விலங்கில் பாவை மறிவினை (பாவை சுருங்குதல்)யைக் காணலாம். இவ்வாறு சீழ்க்கை ஒலித்தூண்டுகையாக மாற்றப்பட்டு விடுகிறது. இயல்பான மறிவினையை ஏற்படுத்தும் வலிமையுடைய ஒரு தூண்டுகை செயல்படும் காலத்தோடு இணைந்து ஒரு தூண்டுகை செயல்படுமெனின் பழக்கு மறிவினை உருவாகிறது. பழக்கு மறிவினை உருவான பின்னர் இயல் தூண்டுகையின் குறியாக விளங்கிய செயலி, அவ்வியல் பாவை மறிவினையைத் தூண்டும் தூண்டுகையாக மாறிவிடுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட செயலில் எவ்வகையான மாறுபாடும் ஏற்படுத்தாத செயலிகளை, அச் செயலி உருவாக்கும் இயல்புத் தூண்டுகையுடன் இணைத்துச் செயல்படுமாறு செய்தால் அவ் வியல்பான தூண்டுகையினைக் கொண்டு பல்வேறு வகையான பழக்கு மறிவினைகளை உருவாக்க இயலும்.

இவ்வாறு பழக்கு மறிவினைகளை உருவாக்குவதால் ஏற்பிகளில் செயல்படும் எந்த செயலியும், உயிரினத்தின் எந்த ஒரு செயலையும் தூண்டுகிற தூண்டுகையாக மாற இயலும். இதனால் சுற்றுப்புறச் சூழலுக்கும் விலங்குகளுக்கு மிடையே எண்ணிறந்த இணைப்புகள் உருவாக இயலும். இயல்பான மறிவினை மட்டுமே கொண்டுள்ள விலங்குகளில் (பெரு மூளைப் புறணி யிழந்த உயர் விலங்குகளில்) தீங்கு தரும் தூண்டுகைகளும், உணவும் அவற்றிற்கருகிலிருப்பினும் எவ்வகையான இயக்கத்தையும் காண வியலாது. உணவு அருகிலேயே இருப்பினும் அவ் விலங்குகள் பட்டினியால் இறந்து விடுகின்றன. மேலும் இவ் விலங்குகள் இடைவிடாது தீங்கு தரும் தூண்டுகைகளால் தாக்கப்படுகின்றன. ஆனால், பழக்கு மறிவினைகள் உருவான பின்னர் இவ் விலங்குகள் இயல்பான தூண்டுகையின் அறிகுறிகளாக விளங்கும் எண்ணிறந்த செயலிகளுக்கேற்பச் செயல்படத் தொடங்குகின்றன. அதே நேரத்தில் இயல்பான மறிவினைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு தோன்றிய பழக்கு மறிவினைகள் உருவான பின்னர் இயல்பான மறிவினைகள் கலப்பற்ற தூய நிலையில் செயல்படுவதில்லை. பொதுவாக இயல்புத் தூண்டுகைகள் அவற்றின் அறிகுறிகளாக விளங்கும் பழக்குத் தூண்டுகைகளுடன் இணைந்தே செயல் படுகின்றன. எனவே பொதுவாக நடை

பெறுகின்ற மறிவினைகள் யாவும் இயல்பான மறிவினைகளும் பழக்கு மறிவினைகளும் கலந்த சிக்கலான மறிவினைகளாவே செயல்படுகின்றன.

பழக்கு மறிவினைகள், புறவேற்பிகளின் தூண்டுதலால் மட்டுமின்றி அகவேற்பிகளின் தூண்டுதலாலும் இடைவிடாது உருவாகின்றன (பைகாவ்). இவ் வேற்பிகள் அவை அமைந்துள்ள உறுப்புகளின் செயலில் ஏற்படும் மாறுதல்களால் தூண்டப்படுகின்றன. சான்ருகத் தசை யியக்கத்தின்போது, அதில் அமைந்துள்ள பொறியேற்பிகள், வேதியேற்பிகள் ஆகியன தூண்டப்படுகின்றன. உயிர்த்தலும் சுற்ருேட்டமும் வலுப்படுத்தப்படும்பொழுது இதயம், பெரும் குருதிக் குழல்கள் ஆகியவற்றிலுள்ள அகவேற்பிகள் தூண்டப்படுகின்றன. தசையேற்பிகளிலிருந்து வரும் கிளரலைகள் அவற்றிற்குரிய இயல் வினையைத் தூண்டுவது மட்டுமின்றி உயிர்த்தலுறுப்புகள், பெரும் குருதிக் குழல்கள் ஆகியவற்றின் ஏற்பிகளில் உருவாகும் மறிவினைகளுக்கு ஓர் அறிகுறியாகவும் விளங்குகின்றன. உயிர்த்தல், சுற்ருேட்டம் ஆகியவற்றின் மறிவினைக் கட்டுப்பாடு சுற்ருேட்ட உயிர்த்தல் உறுப்புக்களிலிருந்து உருவாகும் இயல்பான மறிவினைகளும் தசையேற்பிகளின் தூண்டுதலால் உருவான (மேற் கூறிய எடுத்துக் காட்டுக் கிணங்க) பழக்கு மறிவினைகளும் கலந்த சிக்கலான மறிவினைச் செயலேயாகும்.

இவ்வாறு பழக்கு மறிவினைகள் [இயல்பான மறிவினைகளும்] பல்வேறுப்பட்ட மறிவினைகளில் அடங்கியிருக்கின்றன. இதனுல் உயிரினத்தின் பல்வேறு செயல்கள் ஒன்ருேடொன்று தொடர்புடையனவாகி யிருக்கின்றன.

பழக்கு மறிவினைகள், இடைவிடாது மாறிக்கொண்டிருக்கும் சூழ்நிலையுடன், உயிரினம் கொண்டுள்ள சமநிலையினை முழுமையாகவும்; ஒரே நிலையில் இல்லாது தேவைக்கேற்ப மாறுபடும் இயல்புடையதாகவும் ஆக்குகின்றன. இம் மறிவினைகள் அவற்றைத் தூண்டும் செயலிகளின் செயல் இயல்பான மறிவினைகளால் வலுப்படும்போது உருவாகின்றன. பழக்கு தூண்டுகைகள் இயல்பான மறுவினைகளால் வலுப்படுத்தாதபோது ஏற்படும் தடை நிகழ்வுகளால் பழக்கு மறிவினைகள் மறைந்து விடுகின்றன.

பகுத்தாய்விகள்

ஒன்றிலிருந்து ஒன்று மிகச் சிறிதளவே வேறுபடும் புறச் சூழலின் தூண்டுகைகள் சான்ருகப் பல் வேறு வகையான ஒலிகள் பல் வகைப்பட்ட செயல்களை உருவாக்குகின்றன. சான்ருகச் சில ஒலிகள் சில விலங்கினைக் கொன்றுவிடும் விலங்கினுல் எழுப்பப்படும். மற்ற ஒலிகள் அவ் விலங்கின் உணவு இருக்குமிடத்தைக் குறிக்கும். எனவே ஒரு விலங்கு நிலைத்து வாழ வெவ்வேறு வகையான செயல்களை உருவாக்கும் மிகச் சிறிதளவே வேறுபடும் இத்தகு தூண்டுகைகளைப் பிரித்தறியும் ஆற்றலுடையதாக இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு வெவ்வேறு வகையான தூண்டுதல்களுக்கு ஏற்ப வெவ்வேறு வகையாகச் செயல் படுவதற்குப் பாவ்லோவால் குறிப்பிடப்பட்ட பகுத்தாய்வுச் செயல் நரம்பு மண்டலத்தில் இன்றியமையாததாகும். இச் செயல் பெரு மூளைப் புறணியில் மிகச் சிறப்பெய்தியிருப்பதைக் காணலாம். இத்தகைய பகுத்தாய்விஞல், உயிரினத்தின் மீது செயல்படும் தூண்டுகைகள் தனித்தனியாக மூலக் கூறுகளாகப் பிரிக்கப் படுகின்றன. பகுத்தாய்விஞல் பிரிக்கப்பட்ட புற அகச் சூழலில் ஒரு குறிப்பிட்ட செயலை உருவாக்கும் குறுங்கால இணைப்புகளை உருவாக்குகின்றன.

மூளையின் உயர்விடங்களின் பகுத்தாய்வுச் செயல்கள் அப் பகுதிகளில் தோன்றும் தடை நிகழ்வின் துணையாலேயே நடைபெறுகின்றன. இதஞல் இயல்பான தூண்டுகைகளின் அறிகுறிகளாக விளங்கும் செயலிகளால் குறிப்பிடப்பட்ட செயல் மட்டுமே உருவாகிறது. இதுபோன்ற செயலிகள் ஒரு இயல்பான மறிவினைகளால் வலுப்படுத்தப் படவில்லையெனில் அச் செயலிகளின் விளைவு பெரு மூளைப் புறணியால் தடை செய்யப்பட்டு விடுகிறது.

மூளையின் பகுத்தாய்வுச் செயல் அதனுடைய தொகுப்புச் செயலுடன் பிரிக்க இயலாத தொடர்புடையதாகும். இதஞல் பகுத்தாய்விஞல் பிரிக்கப்பட்ட சூழலின் மாறுதல்கள் அவ்வுயிரினத்தின் ஒரு செயலுடன் குறுங்கால இணைப்புக் கொண்ட பல்வேறு சிக்கலுடைய செயல்கள் ஒருமையுடையனவாக மாற்றப் படுகின்றன.

பகுத்தாய்வுச் செயலும், தொகுப்புச் செயலும் நரம்பு மண்டலத்தின் குறிப்பிட்ட அமைப்புகளின் பணியுடன் தொடர்புடையதாகும். பல்வேறு தூண்டுகைகளுக்கேற்ப வெவ்வேறு

வகையான செயல்களை உருவாக்கும் நரப்பமைப்புகளை (ஏற்பிகளையும் சேர்த்து) பாவ்லோவ் பகுத்தாய்விகள் என அழைத்தார். ஒவ்வொரு பகுத்தாய்வியின் புறவிளிம்புப் பகுதி அவற்றிற்குரிய ஏற்பிகளைக் கொண்டிருக்கின்றன (ஒலி, ஒளி, தொடு உணர்வு, வெப்ப உணர்வு, முகர்வு, இயக்க உணர்வு போன்றவற்றின் ஏற்பிகள்). ஒரு குறிப்பிட்ட மாறுதல்களை உணரும் ஏற்பிகளின் கூருணர்வு மிகத் தொன்மையான முதிராத பகுத்தாய்வினைச் செய்து வருகிறது. இதன் பின்னர் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் கீழ்ப் பகுதிகளில் பகுத்தாய்வு நடைபெறுகிறது. இதனாலேயே ஏற்பிகளின் பல்வேறு வகையான தூண்டுதல்களும், பல்வேறு இயல்பான மறிவினைகளை ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே, ஒவ்வொரு பகுத்தாய்வியும் கடத்தற் பகுதி என்ற உருவில் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் கீழ்ப்பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஒத்த தூண்டுதல்கள் பல்வேறு வகையான செயல்களைச் செய்ய உதவும் சிறப்பான மேம்பாடடைந்த பகுத்தாய்வு பெருமூளைப் புறணிப் பகுத்தாய்வுச் செயலால் நடைபெறுகிறது. இச் செயல் பகுத்தாய்விகளின் புறணிப் பகுதியால் செயல் படுத்தப்படுகிறது.

பல்வேறு பகுத்தாய்விகளும் ஒன்றோடொன்று இணைந்தே செயல்படுகின்றன. இதனால் புற, அகச் சூழலின் பல்வேறுபட்ட தூண்டுகைகள் உயிரினத்தில் வெவ்வேறு வகையான செயல்களைத் தோற்றுவிக்க இயலுகிறது.

பகுதி II

குருதியும் நிணமும்

4. குருதியின் பொதுவியல்புகள்

குருதியின் சேர்க்கையும் பணிகளும்

(Functions and Composition of Blood)

குருதிக் குழல்களில் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் நீர்நிலைத் திசுவே குருதியாகும். உடலுறுப்புகளிடையே பல்வேறு பொருள்களை எடுத்துச் செல்வதன் மூலம் அவ் வுறுப்புக்களிடையே நீர்வழித் தொடர்பினை ஏற்படுத்துவதும் குருதியே. குருதியோட்டம் திசுக்களுக்கு இடைவிடாது உயிரியம் உணவுச் சத்துக்களைக் கொண்டு வந்து தருவதோடு திசுக்களிலிருந்து கரி-இரு-உயிரியை (Co_2) போன்ற கழிவுப் பொருட்களைக் கழிவு உறுப்புகளான நுரையீரல், சிறு நீரகம், தோல், குடல் முதலியவற்றிற்கு எடுத்துச் செல்கிறது. இப் பொருள் மாற்றுப் பணியோடு குருதியின் பணி முடிந்து விடுவதில்லை.

திசு விடை நீர் (interstitial fluid), நிணம் (lymph) இவைகளுடன் சேர்ந்து, உடலின் 'அகச் சூழலைக்' (Internal Environment) குருதி உருவாக்குகிறது. உடலுறுப்புகள் செவ்வனே செயல்படவும், உடல் நன்னிலையி லிருக்கவும், நுட்பமான கட்டுப்பாடுகளால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு வரும் குருதியின் கோப்பும், இயங்கு-வேதியியல் தன்மைகளும் (physicochemical properties) ஒரே சமன் நிலையிலிருக்க வேண்டியது இன்றியமையாததாகும். குருதிச் சேர்க்கையிலேற்படும் மாறுதல்களை உணரும் ஆற்றல் பெற்ற சில சிறப்பு ஏற்பிகளும், நடுநரம்பு மண்டலத்தின் உயர்விடங்களும் குருதியின் சேர்க்கையினை ஒழுங்குபடுத்தி வருகின்றன.

குருதியின் மற்றொரு தலையாய பணி உடற் காப்பாகும். விலங்குகளின் உடலில் நுண்ணுயிர்களை அழிப்பதில் குருதி வெள்ளணுக்கள் (white blood cells) பெரும் பங்கேற்கின்றன. நுண்ணுயிர்களைத் திரளச் செய்து அவைகளைச் சிதறச் செய்வதோடு, அவைகளின் நஞ்சுகளை முறிக்கும் ஆற்றலுடைய புரதப் பொருட்கள் குருதிப் பிசிதத்தில் கலந்துள்ளன. உட லுறுப்புகளின் பணிகள் ஓரளவிற்குக் குருதி ஓட்டத்தால் ஒழுங்கு படுத்தப்படுகின்றன. தூம்பிலாச் சுரப்பி (endocrine glands) களிலிருந்து வரும் பெருவலி படைத்த நீர்மங்கள் (hormones) குருதியோட்டத்தின் மூலமே உடலின் பல்வேறு பகுதிகளையடைகின்றன. இந் நீர்மங்களின் பெருக்கமும், இவை குருதியை வந்தடைவதும் நடுநரம்பு மண்டலத்தால், சிறப்பாக பெருமூளைப் புறணியால், கட்டுப்படுத்தப்பட்டு வருவதால் நீர்மங்களின் செயல்கள் யாவும் மறிவினைகள் எனலாம். இம் மறிவினைகளே புறச் சூழலுக்கும், உடலுக்கு மிடையே நடைபெறும் இரு புற மாறுபாடுகளுக்குக் காரணமா கின்றன. படி மலர்ச்சியின்படி ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையடைந்த விலங்குகளில் குருதி ஒரு சிறப்புத் திசுவாகக் காணப்படுகிறது. கடற் பஞ்சு வயிற்றறை யுடையன போன்ற தாழ்ந்த விலங்கு களில் குருதி காணப்படுவதில்லை. இவ் விலங்குகளின் திசுக்கள் நீர்ப்புறச் சூழலுடன் நேரடித் தொடர்புடையதாக விருப்பதால் குருதியின்றியே வளர்சிதை மாற்றங்கள் (Metobolism) நடை பெறுகின்றன. முள்தோலுடையனவற்றில் நீர்போக்கு முறை மூலம் நுழையும் கடல் நீரால் வளி மாற்றம் நடைபெறுகிற தெனினும் இவ் விலங்கினங்களின் உடலிலுள்ள சிற்றறைகளும் குழல்களும் நிறமற்ற அமீபா போன்ற நுண்ணியங்களையுடைய அசைவற்ற நீரால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. சில புழுவினங் களிலும், நத்தைகளிலும் மூச்சுவிடும் பணியை உயிரியம் எடுத்துச் செல்லும் மூச்சு நிறமிகள் (respiratory pigments) கலந்த நிணக்குருதி (Haemolymph) ஆற்றி வருகிறது. இரும்பு, தாமிரம் கலந்த கூட்டுப் புரதங்களான நிறப் புரதங்களே (Chromoprotein) [செவ்வணு நிறமி, குளோரோ குரௌரின், ஃகீமோ சையானின்] மூச்சு நிறமிகளாக விளங்குகின்றன. முதுகெலும்பினங்களின் குருதியில் இந் நிறமி (செவ்வணு நிறமி) குருதிச் செவ்வணுக்களி லுள்ளன.

இக் குருதியணுக்கள் கொண்ட குழம்பே முதுகெலும் பினங்களின் குருதியாகும். குருதியின் பளு வீதம் 1·050-க்கும் 1·060-க்கும் இடையே உள்ளது. உறைவுத் தடுப்பிகளைக் (anti-coagulants) கலந்து குருதியினை உறையவிடாது தடுத்துப்

படியவிட்டாலும் மையச் சுழற்றியில் (centrifuge)யில் வைத்துச் சுழற்றினாலும் குருதி மூன்றடுக்குகளாகப் பிரிகிறது. கீழடுக்கு மிகு பளு வீதமுடைய செவ்வணுக்களாலும், மேலடுக்கு குருதிப் பிளாசுமா அல்லது பிசிதம் என அழைக்கப்படும் குருதி நீர்ப் பகுதியாலும் இவற்றிற்கு இடையே ஒரு சிற்றடுக்கு வெள்ளணுக்களாலும் உறைவணுக்களாலும் (thrombocytes) ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

மனித உடலில் குருதியின் மொத்த அளவில் குருதியணுக்கள் ஏறத்தாழ 42–45 விழுக்காடாகும். பிசிதம் 55–58 விழுக்காடாயிருக்கிறது. ஆணுடம்பில் பெண்ணுடம்பினை விட குருதியணுக்களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாகும்.

செவ்வணுக்களின் கொள்ளளவினை யறிய குருதியளவை (haematocrit) பயன்படுத்தப்படுகிறது. நூறு கூறுகளாகப் பகுக்கப்பட்ட இரு குழாய்களே இக் கருவியின் இன்றியமையாத பகுதிகளாகும். ஆய்வுக்குரிய குருதியை இக் குழல்களில் எடுத்துக்கொண்டு மையச் சுழற்றியில் மையக் கோட்டிற்குக் கிடைமட்டமாக அமைக்கப்பட்ட தனிச் சட்டங்களில் வைக்கவேண்டும். பின்னர், மையச் சுழற்றியை சுழலவிடவேண்டும் (நிமிடத்துக்கு 3,000, 4,000 முறைகள்). வெளியிழுப்புத் திறனல் பிசிதத்தைவிடக் கனத்த செவ்வணுக்கள் குழாயின் கீழ்ப் பகுதியை அடைகின்றன. 15 நிமிடங்கள் கழிந்த பின்னர் செவ்வணுக்களின் கொள்ளளவை அளவிட முடியும்.

உடலிலுள்ள குருதியின் அளவு

அளவினைக் கணக்கிடும் முறைகள் : குருதியினை விட்டு மெல்ல மெல்ல வெளியேறும் பொருட்களை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு குருதியில் செலுத்திக் குருதியளவினைக் காணும் முறை இப்போது பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. குருதியினுள் செலுத்தப்பட்ட பொருள் சமனுகக் கலந்தவுடன் பிசிதத்தில் அப் பொருளின் அடர்வினைக் கணிப்பதன் மூலம் குருதியின் மொத்த அளவினை அறிந்துகொள்ள இயலும். எடுத்துக் காட்டாக ஒரு சாயப் பொருளைக் குருதியில் செலுத்தினுல் அது பிசிதத்தில் மட்டுமே கலந்து பரவுவதால் பிசிதத்தின் அளவினைக் கணக்கிட வியலும். குருதியணுக்களுக்கும் பிசிதத்திற்கும் இடையேயுள்ள விழுக்காட்டு வீதம் தெரியுமாதலால் குருதியின் மொத்த அளவினைக் கண்டுகொள்ள முடியும்.

உடலுக்குத் தீங்கு பயக்கா கரைத்தக்கை (colloid) சாயங்களைச் செலுத்திக் குருதியினளவைக் கண்டறியும் முறையே இப்பொழுது பழக்கத்தில் உள்ளது. இச் சாயப் பொருட்களின் அணுத்திரள்களின் அளவு பெரிய அளவாக விருப்பதால் இவை குருதியிலிருந்து வெளியேறுவதோ, குருதியணுக்களுக்குள் புகுவதோ இயலாததாகி விடுகிறது. இத் தன்மையில் இப் பொருட்கள் பிசிதத்தில் மட்டுமே கலந்திருக்கும். பிசிதத்தில்சம்மாகக் கலந்த ஐந்து அல்லது பத்து நிமிடங்களுக்குப் பின்னர் சிறிது குருதியை வெளியே எடுத்து அக் குருதியில் மையச் சுழற்றியின் மூலம் பிசிதத்தின் விழுக்காட்டினையும், அப் பிசிதத்தில் நிறவளவை (colorimeter) மூலம் சாயத்தின் அடர்த்தியையும் கணக்கிடவேண்டும். குருதியில் செலுத்திய சாயப் பொருளின் அளவு நமக்குத் தெரியுமாதலால் பிசிதத்தின் அளவினையும், பிசிதத்தின் விழுக்காட்டினையும் கொண்டு குருதியின் மொத்த அளவினையும் கணக்கிடுவது எளிதாகி விடுகிறது. இம் முறைக்கு குளுக்கோசினைப் பயன் படுத்தலாமெனினும் குருதியிலிருந்து திசுக்களுக்குக் குளுக்கோசு விரைவில் வெளியேறி விடுவதால் ஆய்வு பிழைபடுகிறது. செவ்வணு நிறமியுடன் கலக்கும் கரி உயிரியைக் (CO) கொண்டும் கணக்கிட முடியுமெனினும், கதிரியக்க ஐசோடோப்புக்களை, எடுத்துக் காட்டாக கதிரியக்க பாசுபரசினைச் செலுத்திக் கணக்கிடும் முறையே சாலச் சிறந்த முறையாகும். ஆய்வுக்குரிய மனித உடலிலிருந்து சிறிது குருதியை எடுத்து அதில் கதிரியக்கப் பாசுபரசினைக் கலக்கவேண்டும். இதில் ஐசோடோப்புக்கள் செவ்வணுக்களின் உள்ளேசென்றபின்னர் மையச்சுழற்றியில் வைத்துச் சுழற்றிச் செவ்வணுக்களைப் பிரித்து, மீண்டும் குருதிக் குழல்களுக்குள் செலுத்திவிட வேண்டும். இவ்வாறு செய்யும்போது தொற்று நீக்கு முறை (asepsis) கையாளப்பட வேண்டும். குருதியில் செவ்வணுக்களிலிருந்து பாசுபரசு மெல்ல பிசிதத்திற்கு ஊடுருவிச் செல்லுகிறது. இவ் வூடுருவலுக்குச் சிறிது காலம் பிடிப்பதால் முதல் சில நிமிடங்கள் பாசுபரசு, செவ்வணுக்களிலும் பின்னர் பிசிதத்திலும் காணப்படுகிறது. எனவே, பல நிமிடங்கள் கழித்துக் குருதியை வெளியே எடுத்து அதன் கதிரியக்கத்தைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் குருதியின் மொத்த அளவினைக் கணக்கிட முடியும்.

மனித உடலில் குருதியளவு : குருதி மனித உடலின் எடையில் ஏறத்தாழ 7 விழுக்காடாக இருக்கிறது (இஃது ஐந்து முதல் ஒன்பது விழுக்காடு வரை வேறுபடலாம்). குழம்புப் பொருட்களைக் குருதியில் செலுத்துவதன் மூலம்

சிறிது காலத்திற்குக் குருதியின் அளவை மிகுதிப்படுத்த முடியும். குருதி ஒழுக்கு போன்ற குருதியிழப்புகள் குருதியின் அளவைக் குறைக்கின்றன. எவ்வாருயினும் குருதியி னளவினைக் கட்டுப்படுத்தி வரும் மண்டலங்களால் இம் மாறுதல்கள் குறுகிய காலமே நீடிக்கின்றன. குருதியளவே மிகுமாஞல் குருதியின் நீர் கூறு அடித்தோல், தசைத் திசுக்களுக்குச் சென்றுவிடுகிறது. இல்லையெனில் சிறு நீரகங் களால் வெளியேற்றப்பட்டுவிடுகிறது. இதற்கு மாருகக் குருதி யளவு குறையுமாஞல் திசுக்களிலிருந்து நீர், குருதிக் குழல்களை வந்தடைகிறது. இதஞல் குருதியிழப்பின் பின்னர் செவ் வணுக்களைவிடக் குருதியின் நீர்க் கூறு மிக விரைவில் ஈடு கட்டப்பட்டு விடுகிறது.

செவ்வணுக்கள், புரதங்கள் ஆகியவற்றின் இழப்பினைவிட நீர் கூற்றின் இழப்பே பேரிடர் விளைவிப்பதாகும். மெல்ல மெல்ல ஏற்படும் இழப்பு மொத்தத்தில் பேரளவாயினும் உடனடியாக ஏற்படும் சிறு இழப்பு பேரிடர் விளைவிப்பதாகும். குருதியணுக்கள் சிறிது சிறிதாகக் குறைந்துச் சீர் நிலையின் கால் பகுதியாகக் குறையினும் இடர்தருவது குறைவே. ஆஞல், உடனடியாக ஏற்படும் செவ்வணுவிழப்பு மிகப் பேரிடர் விளைவிக்கும். பெரும் குருதியொழுக்கின்பின் குருதியையோ பிசிதத்தையோ செலுத்திக் குருதியின் சீர்நிலை அழுத்தம் முதலியவற்றைச் சீர்ப்படுத்தி இதயம், மூளை இவற்றின் குருதியோட்டத்தை நிலைப்படுத்திஞல் நோயாளி பிழைத்துக் கொள்ள வியலும்.

குருதியின் இயங்கு வேதியியல் பண்புகள்

(Physicochemical Properties of Blood)

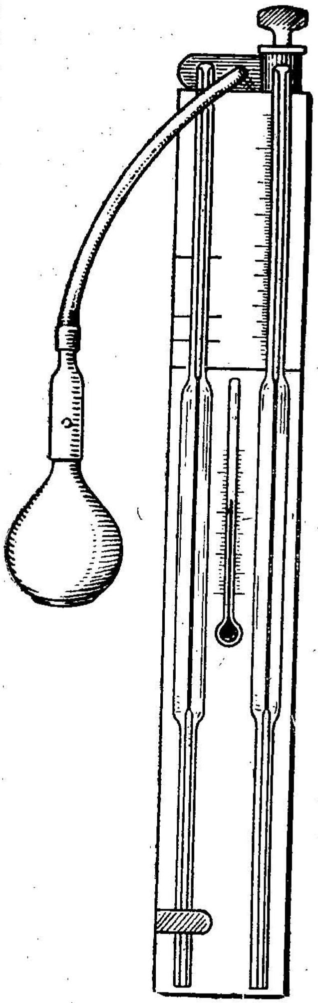
குருதியின் குழைமநிலை குருதியில் கலந்துள்ள செவ்வணுக்களைப் பொருத்தே யுள்ளது. குருதியின் குழைம நிலையறிய ஒரு நுண்குழலுள் குருதியைப் பாய விடவேண்டும். குழைம நிலை மிகுந்திருப்பின் குருதி குறிப்பிட்ட கால வெளியில் குறைந்த தொலைவையே கடந்திருக்கும். நீரின் குழைம நிலையையே அளவாக நாம் கொள்கிருேம்.

குழைம நிலையளவை (Viscosimeter) யில் குருதியையும் நீரையும், ஒரே குறுக்களவுள்ள இரு குழல்களின் வழியே ஒத்த அழுத்தத்தில் செலுத்துகிருேம். குருதி ஒன்று என்ற குறியையும், நீர் ஐந்து என்ற குறியையும் அடைகிறதென

வைத்துக் கொண்டால் குருதியின் குழைம நிலை ஐந்தெனலாம். நலமுடையோர் குருதியின் குழைம நிலை நான்கிற்கும் ஐந்திற்கும் இடையே இருக்கும்.

குழைம நிலை மிகுந்திருப்பின் செவ்வணுக்கள் மிகுந்திருக்குமெனக் கூறலாம். குருதிக் குழம்பு திசுக்களுக்குச் சென்று விடுவதாலோ புதிய செவ்வணுக்கள் பெருக்கம் ஏற்பட்டாலோ உண்டாகும் செவ்வணு மிகுதி, குருதியின் குழைம நிலையை மிகுதிப் படுத்துகிறது.

மலைப் பகுதிகளில் வாழ்வோர், செவ்வணுமிகு நோய், தீப் புண்களால் ஏற்படும் அதிர்ச்சி, சில நச்சுவளி இவைகளால் பிணிக்கப் பட்டோரிடத்தில் இக் குழைம நிலை மிகுந்திருப்பதைக் காணலாம். குருதிச் சோகையில் (anemia) இக் குழைம நிலை மிகக் குறைந்து விடுகிறது.



படம் 4. குழைம அளவை.

குருதியின் சவ்வூடழுத்தம் : இவ் வழுத்தம் நேரடியாக அளக்கப் படுவதில்லை. குருதியின் உறை நிலையை உறை நிலை அளவை (cryoscope) மூலம் அளந்து அதன் மூலம் கண்டு பிடிக்கப்படும் முறையே பெரும்பாலும் பயன் படுத்தப்பட்டு வருகிறது. மனிதக் குருதியின் உறைநிலை 0·56—0·58°c ஆகும். லிட்டரொன்று ஒரு கிராம் அணுத் தொகுதி தாழ்வு (molecular depression) 1·86° ஆகும். எனவே, குருதிப் பிசிதம் செவ்வணு ஆகியவற்றின் அணுத்தொகுதி யடர்வு ஏறத்தாழ லிட்டரொன்றுக்கு ·3 கிராம் அணுத் தொகுதியாகும்.

கிளோபெய்ரானின் சமன்தொடர் கொண்டு குருதியின் சவ்வூடழுத்தத்தைக் கண்டறியலாம்.

கிளோபெய்ரானின் சமன்தொடர் P=cRT, P = சவ்வூடழுத்தம் (Osmotic pressure), c = அணுத் தொகுதியடர்வு (Molecular concentration), R = வளிநிலை (gas constant), (0·082 லிட்டர் ஆவியமுக்கம்) (Litre-atmosphere), T = முழு வெப்பம் (absolute temperature); எனவே, குருதியின் சவ்வூடழுத்தம் 37°c (வெப்பநிலையில்) = 0.3 × 0·082 × 310 = 7.6 ஆவியமுக்கங்களாகும்.

கடல்வாழ் தாழ்ந்த விலங்குகளின் குருதிச் சவ்வூடழுத்தம் ஒரே நிலையில் இருப்பதில்லை. அவைகளைச் சுற்றியுள்ள நீரின் உப்பு அடர்த்தியைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. நன்னீரைக் கொணரும் ஆறுகளின் கழிமுகக் கரையோரங்களில் வாழும் விலங்கினங்கள் கடல் மட்டத்தின் ஏற்றத் தாழ்வுகளால் (high and low tides) பெருமளவில் வேறுபடும் நீரின் உப்படர்த்தியைத் தாங்கிக் கொள்ளும் வலிமை படைத்திருக்கின்றன. இந்த உப்படர்த்தி பன்மடங்குக் கூடலாம் அல்லது குறையலாம். இருப்பினும் இவ் விலங்கினங்கள் தங்களின் புறச் சூழலின் சவ்வூடழுத்த மாறுதல்களால் அவைகளின் குருதியில் ஏற்படும் சவ்வூடழுத்த மாறுதல்களை நன் முறையில் தாங்கிக் கொள்கின்றன.

உயர் விலங்கினங்களின் குருதியில் பெருமளவில் நீரும் உப்பும் இருப்பினும் இவைகளின் குருதியில் ஏற்படும் சவ்வூடழுத்த மாறுதல்கள் மிகக் குறைவே. ஏனெனில், இவ் விலங்குகளின் குருதிக் குழல் சுவர்களில் சில சிறப்புப் புலன்கள் (special receptors)-சவ்வூடழுத்தப் புலன்கள்-இருக்கின்றன. இப் புலன்கள் சீர்நிலையிலிருந்து மாறுகின்ற சவ்வூடழுத்தத்தை உணரும் தன்மையுடையவை. இவைகளிலிருந்து எழும் மறிவினைகள் நீரைத் திசுக்களிலிருந்து குருதிக்கும், குருதியிலிருந்து திசுக்களுக்கும் செல்லச் செய்கின்றன. மேலும், சிறுநீர் வழியே நீரையும் உப்பையும் வெளியேற்றவும் உதவுகின்றன. திசுக்கள் உப்பினைத் தேக்கி வைத்துக் கொள்வதன் மூலம் சிறுநீர் செல்லா நிலையிலும்கூட குருதியின் சவ்வூடழுத்தம் இரண்டு மூன்று நாட்களுக்குச் சீர்நிலையிலிருக்க உதவுகின்றது. நீர், உப்பு இவைகளின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதில் தோலுக்குச் சிறப்பான பங்கு உண்டு. குருதியில் நீரின் அளவு மிகும்போது அந் நீர் தோலின் இணைப்புத் திசுக் (connective-tissue)களுக்குள் சென்று விடுகிறது. மாறாகக் குருதியின் உப்படர்த்தி கூடும் பொழுதோ நீர் குருதிக்குள் சென்று விடுகிறது.

கடும் உடற் பயிற்சியின்போது சிதைவுறும் கிளைக் கோசினி (Clycogen)லிருந்தும், பிற பொருட்களிலிருந்தும் வரும் சிற்றணுத் தொகுதிகளால் குருதிச் சவ்வூடழுத்தம் உயர்கிறது. எனினும், இதைச் சீர்நிலைக்குக் கொணரச் சிறிது நேர ஓய்வே போதுமானதாகும். குருதியின் சவ்வூடழுத்தம் ஒரே நிலையி லிருப்பது நல்வாழ்வுக்கு இன்றியமையாததாகும். திசு நீரின் (tissue fluid) சவ்வூடழுத்த மாறுதல்களுக்கும், குருதியின் சவ்வூடழுத்த மாறுதல்களுக்கும் தொடர்பு உண்டு. உயிருக்கு இன்றியமையாத உறுப்புகளில் ஏற்படும் சவ்வூடழுத்த உடனடிப் பெரும் மாறுதல்கள் அவ்வுறுப்புகளின் மாறுபட்ட செயல்களுக்கும் அழிவுக்கும் தலைக்கீடாகின்றன.

குருதிச் சவ்வூடழுத்தம் ஒரே நிலையில் இருப்பது குருதி யணுக்களுக்கு, சிறப்பாகச் செவ்வணுக்களுக்கு இன்றியமை யாதது. செவ்வணுக்களின் சவ்வூடழுத்தமும், பிசிதத்தின் சவ்வூடழுத்தமும் ஒன்றே. செவ்வணுக்களின் உறை வழியே நீர், சர்க்கரை, சிறுநீருப்பு போன்ற பொருள்கள் ஊடுருவிச் செல்கின்றன. ஆனால், கரி சேராக் கூட்டுப் பொருள்கள் ஊடுருவிச் செல்ல வியலாததாகின்றன. தெரிந்தனுப்பு சவ்வின் பண்புகளைக் கொண்டுள்ள நுண்ணியத்தின் தொலி களின் வழியே குறை சவ்வூடழுத்தக் கரைசலிலிருந்து மிகு சவ்வூடழுத்தக் கரைசல்களுக்கு நீர் ஊடுருவிச் சென்று விடுகிறது. குறைச் சவ்வூடழுத்தக் கரைசல்களில் செவ் வணுக்கள் உருவீக்கம் அடைகின்றன (swells up); மிகு சவ்வூடழுத்தக் கரைசல்களில் சுருங்கி விடுகின்றன. ஒத்த சவ்வூடழுத்த நீரில் செவ்வணுக்களின் கொள்ளளவு மாறுபடா திருக்கிறது. குருதியைவிட மிகக் குறைந்த சவ்வூடழுத்தமுள்ள கரைசலில் இவ் வணுக்கள் வீங்கி வெடித்துவிடும் நிலையை அடைகின்றன. இதில் செவ்வணுக்களின் கரைசலின் நீர் சென்று விடுகிறது. இவ்வாறு குருதியணுக்கள் சிதைவதைக் குருதிச் சிதைவெனக் கூறுகிறார்கள். எனவே, குருதிச் சேமிப்பின் போதும், பெருமளவில் குருதியினுள் மருந்து நீர்களைச் செலுத்தும் போதும் ஒத்த சவ்வூடழுத்தமுடையக் கரைசல்களையே பயன்படுத்த வேண்டும். உவர்மப் பாசி யகையின் 0.9% நீர்க்கரைசல் மனிதனின் குருதியுடன் ஒத்த சவ்வூடழுத்த முடையதாக விருக்கிறது. இக் கரைசல் ‘உவர்ப்பு நீர்’ (saline solution) என அழைக்கப்படுகிறது. குளுக்கோசு போன்ற மின்பகாப் பொருட்களின் 5.5% நீர்க்கரை சலே குருதியோடுஒத்த சவ்வூடழுத்தமுடையதாக விருக்கிறது.

5. குருதிப் பிசிதம்

பிசிதத்தின் மின் பகு பொருட்கள்

குருதிப் பிசிதத்தின் மின் பகு தாது உப்புக்களின் மொத்த அளவு 0.75 விழுக்காடாகும்.

பிசிதத்திலுள்ள பல்வேறு அயனிகளின் (Ions) அளவினை (பட்டியல் 1) நூற்றுக்கு இத்துணை மி.கிராம் என்றும், லிட்டருக்கு இத்துணைச் சமனலகுக் கூறு எனவும் (milli equivalent) கூறுகிறார்கள். எடுத்துக் காட்டாக நூறு மில்லி லிட்டர் பிசிதத்தில் 20 மி.கி. வெடியுப்பிருப்பின், ஒரு லிட்டரில் 200 மி. கி. வெடியுப்பிருக்கும். வெடியுப்பின் சமனலகெடை (equivalent weight) 39 மி. கி. ஆகும். எனவே, ஒரு லிட்டர் பிசிதத்தில் 200 மி. கி. வெடியுப்பின் அளவினை, லிட்டரொன்றுக்கு 5.1 சமனலகுக் கூறு எனக் கூறலாம்.

பிசிதத்திலுள்ள நில உப்பு நேரயனி (Cations) மொத்த அளவு எதிரயனி (Anions) அளவினைவிட மிகுதியாக இருக்கிறதென்பது கீழே கொடுக்கப்பட்ட பட்டியல் மூலம் தெரிய வருகிறது. இம் மிகுதி, கரிக் கூட்டுக் காடிகளின் எதிரயனிகள் கூட்டுப் பொருளாகக் கலந்திருக்கின்றனவென்று காட்டுகிறது. இலாக்டிக் அமிலம், சிறுநீரமிலம் போன்ற கரிக் கூட்டு அமிலங்கள் மட்டுமன்றி, புரதங்களும் எதிரயனிகளாக விளங்குகின்றன.

பிசிதத்தில் உள்ள மின் அயனிகளின் மொத்த அளவினை மற்றப் பொருட்களின் அளவோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுது குருதியின் மொத்த அணுத்திரன் செறிவை (summary molicular concentration) மின் பகு பொருட்களே கணிக்கிறதென்பதைக் காண்கிறோம் (இங்கு எல்லாப் பொருட்களின் அளவும் கிராம் அணுத்திரள் என்றும், கிராம் அயனிகளென்றும் குறிக்கப்படுகின்றன.)

சர்க்கரை, புரத வளர்சிதை மாற்றத்தின் (metabolism) இடைநிலை விளைபொருட்களின் (intermediate products) கிராம் அணுத்திரளெடை மிகக் குறைவானது. புரதங்களின் அணுத் திரள் எடை மிகுந்திருப்பினும் பிசிதத்தில் புரதங்கள் பெரு மளவில் கலந்திருப்பினும் அவைகளின் கிராம் அணுத்திரள் எடை மிகக் குறைவே. குருதியின் சவ்வூடழுத்தம், குருதியின் மின்பகு பொருட்களின், சிறப்பாக உவர்மப் பாசி யகையின் அளவைப் பொருத்தே யுள்ளது. இவ் வுப்பி னளவு மற்றவைகளைவிட மிக மிக நிலையற்ற ஒன்ருகும். உயிருள்ள உறுப்புகளில் ஆய்வு நடத்தும்போது, உப்புகள், சர்க்கரை, உயிரியம் கலந்த உண்ணீரினைச் செலுத்துகிருர்கள். பிரித் தெடுக்கப்பட்ட உறுப்புகளின் உயிர்நிலை நீடித்திருக்க, உண்ணீரானது திசு நீருடன் ஒத்த சவ்வூடழுத்தமுடையதாக விருப்பதோடு ஒத்த அயனிகளைக் கொண்டதாகவு மிருக்க வேண்டுமென இந்த ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன.

பட்டியல்—1

பிசிதத்திலுள்ள மின்பகு பொருட்களின் சேர்க்கைப் பட்டியல்

நேரயனி	அளவு		எதிரயனி	அளவு	
	விழுக் காட்டு மி.கி.	விட்டருக்கு சமனலகுக் கூறு		விழுக் காட்டு மி.கி.	விட்டருக்கு சமனலகுக் கூறு
உவர்மம் ... ... $Na^{\cdot}$	300—330	130—144	பாசியகை Cl	360—390	100—110
வெடியுப்பு...... $K^{\cdot}$	16—20	4—5	இரு கார்ப னேட்டு HCO_3 & HPO_4	—	20—24
சுண்ணகம்... $Ca^{\cdot\cdot}$	8—12	4—6	H_2PO_4 பாசுபேட்டு	3—5	1—1½
மக்னீசியம் ... $Mg^{\cdot\cdot}$	ஏறத் தாழ 2	1	SO_4 கந்தகை	2—3	1—2
மொத்தம்	140—155		மொத்தம்	125—135	

· ஒற்றை அலகெண் ... இரட்டை அலகெண்.

உவர்மம், வெடியுப்பு போன்ற ஒற்றை அலகு எண்ணுடைய நேரயனிகளும், சுண்ணகம் போன்ற இரட்டை அலகெண்ணுடைய நேரயனிகளும் பல்வேறு கரைதக்கை வேதியியல் நிகழ்ச்சிகளில் ஒன்றுக் கொன்று மாறுபட்டுச் செயல்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஒற்றை எண்ணுடையவை தக்கைக் கரைசலைப் பெருகச் செய்கின்றன. ஆனால் ஈரலகெண்ணுடையவை இதற்கு மாறான விளைவினை ஏற்படுத்துகின்றன. உடலியக்கங்களில் இம்மாறான விளைவுகள் இன்றும் வெளிப்படையாகத் தெரிகின்றன. குறிப்பிட்ட அடர்த்தியில், வெடியுப்பு அயனிகள் நரம்பு மண்டலத்தின் தூண்டல் திறனை மிகுதிப் படுத்துகின்றன. ஆனால் சுண்ணகம் தூண்டல் திறனைக் குறைக்கிறது.

குருதிப்பிசிதத்தினின்றும் மாறுபட்ட உப்புக்கரைசல்களில் திசுக்களை அமிழ்த்தி வைப்பின் மிக விரைவிலேயே அவை

பட்டியல்—2

இரிங்கர் தைரோடு குழம்புகளின் உப்புச் சேர்க்கை

உப்புகள்	இரிங்கரின் குழம்பு		தைரோடின் குழம்பு
	மாறு வெப்பநிலையுடைய விலங்குகளுக்கானது	மாறா வெப்பநிலையுடைய விலங்குகளுக்கானது	
உவர்மப் பாசியகை NaCl ...	0.6%	0.8%	0.8%
வெடியுப்பும் பாசியகை KCl ...	0.01%	0.042%	0.02%
சுண்ணகக் பாசியகை $CaCl_2$...	0.01%	0.024%	0.02%
உவர்ம இரு கார்பனேட்டு $MaHCa_3$ ...	0.01%	0.01%	0.01%
மக்னீசியப் பாசியகை $MgCl_2$...	—	—	0.01%
உவர்ம பாசுபேட்டு NaH_2PO_4 ...	—	—	0.005%

செயலிழந்து இறந்து விடுகின்றன. எனவே, தனி உறுப்பு களில் செலுத்தப் பிசிதத்தையொத்த சேர்க்கையுடைய கரைசல்கள் பல கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இரிங்கர், இரிங்கர் — இலாகத்தைரோடு குழம்புகள் எனப்படுபவையே பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

இரிங்கரின் குழம்பில் உவர்மப் பாசியகையுடன் வெ.பா.சு.பா$_2$, உவநீக2$_3$-ம் (KCl, $CaCl_2$, $NaHCO_3$) கலக்கப்பட்டுள்ளன. இரு கார்பனேட்டுக்கள் மாறுபாடு தாங்கிகளாகச் செயல்படுகின்றன. இரிங்கர்—இலாக் குழம்பில் மேற்கூறியவைகளோடு குளுக்கோசும் உயிரியமும் கலக்கப்பட்டுள்ளன. தைரோடின் குழம்பில் மற்றவைகளோடு மக்னீசிய, பாசுபரசு உப்புகளும் கலந்துள்ளன. இவ் வுப்புகள் பொருள் மாறுபாட்டின் இடை நிலையில் மிக்க பயனுள்ள பணியாற்றுகின்றன.

குருதிப் பிசிதத்தில் நீரிய அயனிகள் அடர்வு

குருதிப் பிசிதத்தில் நீரிய (HO), உயிர் நீரிய (OH) அயனிகளின் அடர்வுமாற்றங்கள் உடலின் நல்வாழ்வுக்கு இன்றியமையாதனவாகும். இவ் வயனிகளின் அடர்வு லிட்டரொன்றுக்கு இத்துணை கிராம் — அயனிகள் என்று கணக்கிடப்படுகிறது. இவைகளின் தொடர்பினை (H)$\times$(OH)=K என்ற சமன் தொடரால் விளங்கிக் கொள்ள வியலும். இதில் (H) என்பது நீரிய அயனிகளின் அடர்வினையும், (OH) என்பது உயிர் நீரிய அயனிகளின் அடர்வினையும், K என்பது நிலைமத்தையும் (constant) குறிக்கின்றன. நிலைமம் 37°c வெப்ப நிலையில் $3{\cdot}1\times10^{-14}$ என்பதற்குச் சமனுக விருக்கும்.

எனவே, நீரிய அயனிகளின் அடர்வினை நாமறிவோமேயானுல் உயிர் நீரிய அயனிகளின் அடர்வினை, இச் சமன் தொடரினைப் பயன் படுத்தியறிய முடியும். கார அமில சம நிலையினை உருவாக்குவது நீரிய அயனிகளின் அடர்வேயாகும். நீரிய அயனிகளின் அடர்வு லிட்டரொன்றுக்கு மிக மிகக் குறைவான கிராம் அயனிகளுக்கே சமனுக விருப்பதால் இவை, பத்தின் கீழெதிர் அளவாகக் குறிக்கப்படுகின்றன. மேலும் நீரிய அயனிகளின் அடர்வினைக் கீழ் எதிர் அடர்வு மூலத்தின் குறியான pH என்ற குறி பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. 37°c வெப்ப நிலையில் நடு நிலையிலுள்ள ஒரு கரைசலில் நீரிய அயனிகளும், உயிர் நீரிய அயனிகளும் சமமாகவேயிருக்கும். அதாவது, $1.77\times10^{-7}=10^{-6\cdot75}$ ஆகும். எனவே,

37°c வெப்ப நிலையிலுள்ள கரைசலின் நீரியக்குறி (pH) 7·36 ஆகும். நீரிய அயனிகளின் அடர்வு $10^{-7.36}$ அல்லது லிட்டருக்கு 0·000 000 043 கிராம் அயனிகளாகும். உயிரிய—நீரிய அயனிகளின் அடர்வு $10^{-6.14}$ அல்லது லிட்டரொன்றுக்கு 0·000 000 72 கிராம் அயனிகளுக்குச் சமமாகும். அஃதாவது முன்னதைவிட 17 மடங்கு மிகுதியாகும். எனவே, குருதி சிறிது காரத் தன்மையுடையதாகும்.

மாறுபாடு தாங்கு முறை
(Buffer System)

குருதியிலுள்ள மாறுபாடு தாங்கு முறைகளாலும், அவைகளின் சேர்க்கையிலேற்படும் சிறு மாறுதல்களால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு வரும் காரக்—காடி சமநிலையாலும் குருதியின் நீரிய அயனி அடர்த்தியிலேற்படும் மாறுதல்கள் மிக மிகக் குறைவே. செறிவு குறைந்த அமிலங்களும், அவற்றின் உப்புகளும் அடர் காரங்களும் கலந்த கலவையே மாறுபாடு தாங்கு முறையிலிருக்கிறது. கரிக் காடி (carbonic acid), வெடியுப்பு (potassium), உவர்மம் (sodium) இவைகளின் இரு கார்பனேட்டுகள் கலந்து கார்பனேட் மாறுபாடுதாங்கி குருதியிலுள்ள இம் முறைகளுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாக விளங்குகிறது.

செறிவு குறைந்த கரி அமிலம் (carbonic acid) பொருட்திரள் இயங்கு விதிப்படிக் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிகிறது (Law of Mass Action)

$$H_2\ CO_3 \rightleftarrows H^{\cdot} + HCO'_3$$

$$[H^{\cdot}] \times [HCO'_3] = K \times [H_2CO_3]$$

எனவே, $[H^{\cdot}] = K \times \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3']}$

[K = நிலைமம் (constant)]

கரிக்காடியின் அடர்த்தி அதில் கரைந்துள்ள கரி இரு—உயிரியை (CO_2) யின் அடர்த்திக்கு நேர் வீதத்திலிருப்பதால் இறுதியிலுள்ள சமன் தொடரைக் கீழ்க்கண்டவாறும் எழுதலாம்.

$$[H^{\cdot}] = K' \frac{[CO_2]}{(HCO_3')}$$

கரிக்காடியும் இரு கார்பனேட்டுகளும் கலந்திருக்கும்பொழுது கரி யமிலத்திலிருந்து பிரிந்து வரும் எதிரயனிகளின் அளவு,

முழுவதுமாகப் பிரிந்துவிடும். இரு கார்பனேட்டுகளி லிருந்து வரும் எதிரயனிகளின் அளவோடு ஒப்பிடும்போது மிக மிகக் குறைவாக விருக்கிறது. எனவே, HCO8' அயனி களின் அடர்த்தி, இருகார்பனேட்டுகளின் அடர்த்திக்குச் சமமாகுமெனக் கொள்ளல் தவருகாது. மேற் கூறிய சமன் தொடரில் HCO_3 க்குப் பதிலாக, $BHCO_3$ யைப் பயன்படுத்து கிரும். எனவே, அச்சமன் தொடர், நீரிய (Hydrogen) அயனி களின் அடர்வையும், கரி-இரு-உயிரியை (Co_2), இரு கார்ப னேட்டு ஆகியவற்றின் அடர்வையும் இணைக்கிறது.

$$[H\cdot] = K' \frac{[CO_2]}{[HCO_3']}$$

B வெடியுப்பு (அ) உவர்மம் (Potassium or sodium) K என்னும் நிலைமம் $10^{-6.1}$ என்பதற்குச் சமமாகிறது. ஆகவே, பிசிதத்தில் நீரிய அயனிகளின் அடர்வு $10^{-7.86}$ ஆக இருப்ப தால், கரி இரு உயிரியை நிலையிலிருக்கும் தனிக்கரியமிலத்தி னளவு இரு கார்பனேட்டுகளின் அளவில் இருபதில் ஒரு பங்கெனக் கூறலாம். கார்பனேட்டு மாறுபாடு தாங்கியோடு, பாசுபேட்டு, புரதமாறுபாடு தாங்கிகளும் குருதியிலிருக் கின்றன. உவர்ம அமில பாசுபேட்டு (NaH_2PO_4), அமில பாசுபேட்டு அயனியையும், உவர்ம பாசுபேட்டு (NA_2HPO_4) காரபாசுபேட்டு அயனியையும் (HPO_4) தருகிறது. செவ்வணு நிறமி குருதியிலுள்ள மற்றொரு சிறந்த மாறுபாடு தாங்கியாகும்.

கார்பனேட்டு மாறுபாடு தாங்கிகளின் சிறப்பு என்ன வெனில் இவற்றிலுள்ள கரி-இரு-உயிரியை மிக எளிதில் குருதியை விட்டு வெளியேற்ற முடியுமென்பதோடு தேவைப் படின் தேக்கி வைத்துக் கொள்ளவும் முடியும்.

தசையுழைப்பின்போது வெளியாகும் இலாக்டிக் அமில மானது (Lactic acid) கார்பனேட்டுகளால் நடுநிலைக்குக் கொணரப்படுவதால் குருதியின் கரி-இரு-உயிரியையின் அளவு மிகுந்து விடுகிறது.

$$CH_8 \times CHOH \times COOH \times HCO_8' + CH_3CHOHCOO' + H_2CO_4$$

கரிக்காடியின் நிலையற்ற தன்மையால் அதன் பெரும் பகுதி உடைந்து கரி இரு உயிரியை (CO_2) யாகவும், H_2O நீராகவும் பிரிந்து விடுகிறது.

எனினும், கரிக்காடியினளவு மிகினும், இரு கார்பனேட்டுக் களின் அளவு குறையினும், நீரிய அயனிகளின் அடர்வு உயர் கிறது. இதனால் உயிர்ப்பு மையங்கள் (respiratory centres) தூண்டப்பட்டுவிடுகின்றன. விரைவுபடுத்தப்பட்ட மூச்சால், கரி இரு-உயிரியை வெளியேறுகிறது. இந்நேரங்களில் குருதியில் கரி-இரு-உயிரியையி னடர்வு குறைந்து பழைய நிலையடைவதோடு இரு கார்பனேட்டுகளை இழந்த பின்னரும், $(CO_2) : (HCO_3')$ என்ற வீதம் பழைய நிலையிலேயே யிருக்கு மளவிற்குக் குறைந்து விடுகிறது.

இவ்வாறு, மூச்சு உறுப்புகளைப் பயன்படுத்திக் குருதியின் பண்பை (reaction) ஒரு நிலையிலேயே கட்டுப்படுத்தக் கார்ப னேட்டு மாறுபாடு தாங்கிகளின் புறவேதியிய லியல்புகள் உதவுகின்றன. $(H^{\cdot}) = K \times (H_2CO_3) : (H\ CO_3)$ என்ற சமன் தொடர்மூலம் இரு கார்பனேட்டுகள் பல்வேறு அளவில் கலப்பினும் குருதியின் பண்பு ஒரே நிலையிலிருக்குமென அறிகிறோம். எனவே, இரு கார்பனேட்டுகள் குருதியினுள் வரும் அமிலங்களை நடுநிலைப் படுத்தும் காரப் பொருளாய் விளங்குகிறது. இக் கார்பனேட்டு மாறுபாடு தாங்கிகள் மற்ற மாறுபாடு தாங்கிகளுடன் மாற்று விளைவுகளால் தொடர்பு கொள்கின்றன. எனவே, பிசிதம் இரு கார்பனேட்டளவு, கரியமிலம், மற்ற மாறுபாடு தாங்கிகள் ஆகியவற்றின் அளவு களைப் பொறுத்தே யிருக்கிறது.

38°C வெப்ப நிலையில் குருதிப் பிசிதத்தினுடைய கரி-இரு-உயிரியை உறிஞ்சு திறனின் மடங்கெண் 0.510 ஆகும். அஃதாவது, 760 மி. மீட்டர் பாதரச அழுத்தத்தில் 1 மி. லி. பிசிதம் 0.510 கன சென்டிமீட்டர் கரி-இரு-உயரியையை உறிஞ்சு மென்பதாகும். ஃகென்றியின் விதிப்படி கரைசலில் கரையும் கரி-இரு-உயிரியையினளவு அதன் நேர் பகுதி அழுத்தத்தின் (partial pressure) வீதத்திலுள்ளது.

குருதியிலுள்ள இரு கார்பனேட்டுகளி னளவு, இக் கார்ப னேட்டுகளோடு அமிலத்தைச் சேர்ப்பதால் வெளிவரும் கரி-இரு-உயிரியை கனஅளவில் குறிக்கப்படுகிறது. குருதியிலுள்ள கரி அமிலத்தைப் பொறுத்தே இரு கரியகைகளி னளவிருப் பதால், இரு கரியகைகளி னளவைக் கணக்கிடும்போது 40 மி.மீ. பாதரச (Hg) ஒருதலை யழுத்தமுடைய கரி-இரு-உயிரியைக் கலவையோடு ஒத்த சமன நிலைச் சூழலிலேயே கணக்கிட வேண்டும்.

இரு கரியகை, அமிலத்தை நடுநிலையாக்கும் திறன் பெற்றிருப்பதால் இவைகள் குருதியின் 'காரச் சேமிப்பு' எனக் கருதப்படுகின்றன. மேற்கூறிய சூழலில், 100 மி.லி. பிசிதத்தில் கரைந்துள்ள இரு கார்பனேட்டுகளி னளவே குருதியின் காரச் சேமிப்பெனக் கூறப்படுகிறது. மேலும், அதனளவு 100 மி.லி. பிசிதத்தில் கரி-இரு-உயிரியையின் கன அளவிலும் குறிக்கப் படுகிறது. கடும் உடற் பயிற்சிக்குப் பின்னர் மிகுதியான இலாக்டிக் அமிலமோ, நீரிழிவு போன்ற நோய்களில் ஏற்படும் கரிக்கூட்டு அமிலமோ (Organic acid) குருதியினுட் கலக்கும் வேளைகளில் நீரிய அயனிகளின் அடர்வினைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் ஈடுகட்ட முடியாமல் போவதால் குருதியின் பண்பு அமில வியல்பு அடைகிறது. இந் நிலையைக் காடி நிலை (Acidosis) என்கிறோம். கடும் உடற் பயிற்சிக்குப்பின் குருதியின் பண்பு ·1 அல்லது 0.2 pH குறைந்து விடலாம். 0.3-லிருந்து 0.4 pH மேலான மாறுபாடுகள் உயிருக்கு ஊறு விளைவிக்கும். மிகக் குறைவான அளவில் அமிலம் குருதியில் கலக்கும்பொழுது, அதன் pH மாறுபடாது. குருதியின் காரச் சேமிப்புக் குறைந்து விடுகிறது. இந் நிலையை ஈடு செய்த காடி அல்லது அமில நிலை (compensated acidosis) என அழைக்கிறோம்.

நுரையீரல் வளிமாற்றத்தால் மிகுதியான கரி-இரு-உயிரியை வெளியேற்றப்படும்பொழுது குருதிப் பிசிதம் காரவியல்படைகிறது. இந் நிலையைக் காரநிலை என அழைக்கிறோம்.

பிசிதப் புரதங்களும் அவற்றின் பணிகளும்

பிசிதத்திலுள்ள புரதங்களின் மொத்த அளவு 7 அல்லது 8 விழுக்காடாகும். இப் புரதங்கள் வெவ்வேறான வேதியியல் பண்புகள் கொண்ட இரு கூறுகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை 1. சீநீர் வெண்புரதம் (*Serum albumin*) 2. சீநீர் குளோபுலின் (*Serum globulin*).

சீநீர் வெண்புரதங்கள், 68,000அணுத்திரளைடை கொண்டதாகவும், ஏறத்தாழ உருண்டைத் துகள்களைக் கொண்டதாகவு மிருக்கின்றன. இப் புரதங்கள் நீரில் கரையும் தன்மையுடையன. கரைசலிலுள்ள எல்லா மின்பகுப் பொருட்களையும் பகு பிரிமுறை (dialysis) மூலமோ, மின்பகு முறை மூலமோ பிரித்த பின்னரும், இப் புரதப் பொருட்கள் படிவதில்லை (precipitate). மின்பகுப் பொருட்களைச் சேர்ப்

பதன் மூலம் அவற்றைப் பிரித்தெடுப்பதும் எளிதன்று. அமோனியக் கந்தகையை அரை திண்ணிறைவாகக் கரைப்பதன் மூலமோ, உவர்மப் பாசியகையையோ (Sodium chloride) மக்னீசியக் கந்தகையையோ (Mag sulph) கொண்டு திண்ணிறைவாகக் கரைப்பதன் மூலமோ இவ் வெண் புரதங்களைப் பிரித்தெடுக்க வியலாது. அம்மோனியக் கந்தகையை திண்ணிறைவாகக் கரைப்பதன் மூலமே இவ் வெண் புரதங்களைப் பிரித்தெடுக்க வியலும். மனிதனின் பிசிதத்தில் 4 முதல் 5 விழுக்காடளவிற்கு வெண்புரதங்கள் அடங்கியிருக்கின்றன.

சீநீர் குளோபுலின்கள் மாறுபட்ட அணுத்திரளெடை கொண்டவை. இவைகளின் அணுத்திரளெடை 100,000-க்கும் மேற்பட்டிருக்கும். இவைகளின் அணுத்திரள் நீள்வட்ட வடிவமுடையன. இக் குளோபுலின்கள் தூய நீரில் கரைவதில்லை யாதலால், பிரிபகு முறை (dialysis) யில் படிந்து பிரிந்து விடுகின்றன. எளிய பகுபிரி முறையில் மின்பகு பொருட்கள் முழுவதுமாகப் பிரிக்கப்படுவதில்லை யாதலால், குளோபுலினின் ஒரு பகுதி (போலி குளோபுலின்) கரைசலிலேயே தங்கி விடுகிறது. ஆனால், மின்பகு பிரிமுறை மூலம் மின்பகு பொருட்கள் முழுவதும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுவிடுவதால், இப் போலி குளோபுலின்களும் படிந்துவிடுகின்றன. அமோனியாக் கந்தகையின் அரை திண்ணிறைக் கரைசல் மூலமோ மக்னீசியக் கந்தகையின் திண்ணிறைக் கரைசல் மூலமோ இக் குளோபுலின்களைப் பிரித்தெடுக்க முடியும். உவர்மப் பாசியகையின் திண்ணிறைவுக் கரைசல் மூலம் குளோபுலின்களின் ஒரு பகுதியைத்தான் பிரித்தெடுக்க வியலும். மனிதனின் பிசிதத்தில் 2.5 விழுக்காடளவிற்கு இக் குளோபுலின்கள் அடங்கியுள்ளன.

அண்மைக் கால ஆய்வுகள், ஒவ்வொரு சீநீர் புரதக் கூறும், புறவேதியியல் பண்புகளாலும், பணிகளாலும் வேறுபடும் முப்பதுக்கும் மேற்பட்ட பல்வேறு புரதக் கூறுகளாக ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன வென்று காட்டுகின்றன.

பிசிதத்திலுள்ள புரதங்களின் மொத்த அளவே பிசிதத்தின் கரை தக்கைச் சவ்வூடழுத்தத்தைக் கணிக்கிறது. குருதியின் கூட்டுச் சவ்வூடழுத்தத்தில் (7·6 ஆவி யமுக்கங்கள்-atmospheres) 25—30 மி.மீ. பாதரச (Hg) அழுத்தத்தையே பிசிதத்தின் கரை தக்கைப் பொருட்கள் உருவாக்குகின்றன. குருதியில் கரைந்துள்ள மற்றப் பொருட்களின் அணுத்திரன் அளவோடு, மிகு அணுத்திரளெடை கொண்ட புரதங்களின் அணுத்திரன்

அளவினை ஒப்பிடும்பொழுது புரத அணுத்திர எண்ணிக்கை மிகக் குறைவானதாகும். எனவே, இவைகளால் ஏற்படும் அழுத்தமும், மிகமிகக் குறைவாக விருக்கிறது. எவ்வாறுயினும் இவ் வழுத்தம் (பிசிதக்கரை தக்கைச் சவ்வூடழுத்தம்) குருதிக்கும், திசு நீருக்கும் நீரினைப் பகுத்துக் கொடுப்பதற்கு மிக மிக இன்றியமையாததாகும். இப் புரதங்கள் காரப் பண்புகளையும் அமிலப் பண்புகளையும் பெற்றிருப்பதால், மாறுபாடு தாங்கிகளாகப் பணியாற்ற வியலும். வெண்புரதம் கொழுமத்தைக் (Lipoid) கவர்ந்து கொள்ளும் ஆற்றல் பெற்றிருப்பதால் அக் கொழுமத்தைக் கொண்டு செல்ல குருதி யுதவுகிறது.

உடலில் நடைபெறும் புரதப் பொருள் மாறுபாட்டில் பிசிதப் புரதங்கள், நேரடிப் பங்கு கொள்கின்றன என்று அண்மையில் அறிந்தனர். கதிரியக்க அவிய (Nitrogen) அணுக்கள் (atoms) கொண்ட அமினோ அமிலங்களை உடலில் செலுத்திச் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து பிசிதப் புரதங்கள் பிற உறுப்புகளிலுள்ள புரதங்களைவிட மிக விரைவில் புதுப்பிக்கப் படுகின்றனவென்றும் அறிந்தனர்.

பிசிதப் புரதங்கள் எத்துணை விரைவில் பயன்படுத்தப் படுகின்றனவோ அத்துணை விரைவில் உருவாக்கப்பட்டு விடு கின்றன என்பதையே இந்த ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன. மேலும் குருதியில் நேரடியாகப் பிசிதப் புரதங்களைச் செலுத்து வதன் மூலம், உணவு உட்கொள்ளாமலேயே உடலின் அவியச் சமநிலையை ஒருமுகப்படுத்த முடியுமெனவு மறிகிறோம். எனவேதான் வாய்வழியே உணவு உட்கொள்ள இயலாத நோயாளிகளுக்கு இம்முறையைப் பயன்படுத்தி உணவு ஊட்டி வருகிறார்கள். நோய் தொற்றும் வேளைகளில், குருதியின் மற்ற பகுதிகள் மட்டுமன்றி பிசிதப் புரதங்களும் உடல் காப்புப் பணியி லீடுபடுகின்றன. தொற்று நோய்களி லிருந்து காத்துக் கொள்ளும் காப்புத் திறனுக்கு அதிலும், நோயுறுவதனால் ஈட்டிய காப்புத்திறனுக்கு (acquired immunity) அந் நோய் நிலைகளில் குருதிப் பிசிதத்தில் வந்து சேரும் புரத வியல்பு கொண்ட காப்பணுக்களே காரணமாகும். விலங் கினங்களில் உடலில் எதிரினம் (antigen) நுழையும் பொழுது புரதவியல்புகள் கொண்ட மாறெதிரினங்கள் (antibodies) குருதிப் பிசிதத்தில் காணப்படுகின்றன. இம் மாறெதி ரினங்கள் நிணத்திசுக்களிலும் வலையமை—உள்ளுறைத் திசுக்களிலும் உருவாகின்றன. பிசிதம் அல்லது சீநீரிலுள்ள சில புரதங்கள், நுண்ணுமங்கள் (micro organism) விளைவிக்கும்

நச்சினைத் தீங்கற்றதாக்கிவிடுகின்றன. அப் புரதங்கள் நச்சு முறிவிகள் (antitoxins) என அழைக்கப்படுகின்றன. குருதிச் சீநீரிலுள்ள (blood serum) சில பொருட்கள் நுண்ணுமங்களைத் திரட்சியடையச் செய்கின்றன; சில அவைகளைச் சிதைவுறச் செய்கின்றன; சில அவைகளைப் படியச் செய்கின்றன. இப் புரதங்கள் முறையே திரள்விகள் (agglu tinins), சிதைவிகள் (lysins), படிவிகள் (precipitins) என அழைக்கப்படுகின்றன. இவ் வுடல் காக்கும் புரதங்கள் உருவாதலும், குருதியை அடைதலும் நடு நரம்பு மண்டலத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன என்று சோவியத்தின் பிணி காப்புத் திறனியல் ஆய்வாளர்கள் (immunologists) காட்டியுள்ளனர்.

குருதி உறைதல்

பிசிதக் குளோபுலின்களில் ஒன்றான இழைபிறப்பி எனப்படும் புரதம் சில சூழ் நிலைகளில் கரையா நிலையடைந்து, நார் போன்றமைப்புடையதாக மாறிடும்போது குருதியிழை நாரென (fibrin) அழைக்கப்படுகிறது. இத் தன்மை கொண்டதால் இப் புரதம் மற்ற புரதங்களின்று தனித்து நிற்கிறது. 0·3 விழுக்காட்டு இழை பிறப்பியே (fibrinogen) குருதியிலிருக்கிறது. இவ் விழைபிறப்பி, இழை நாராக மாறுவதனால்தான் குழம்பு நிலையிலுள்ள குருதி சில விநாடிகளுக்குள் உறைகிறது.

தொடர்ந்து இவ்வுறை கட்டிகள் (clot)) குருதியணுக்களை உள்ளடக்கிக்கொண்டு சுருங்குகின்றன. இதனால் குருதிச் சீநீர் (serium) வெளியேற்றப்படுகிறது. இழை பிறப்பியற்ற பிசிதமே சீநீரென அழைக்கப்படுகிறது.

குருதி கசியும்போதெல்லாம் நடைபெறும் குருதியுறைவு, மிகச் சிக்கலான, இன்னும் தெளிவாக அறியப்படாத ஓர் உயிர்ச் செயலாகும். இழை பிறப்பியானது உறைவி யென்னும் நொதியின் செயலால் இழை நாராக மாற்றப்படுகிறது. இந் நொதி குருதியோட்டத்தில் முன்னுறைவி எனும் செயலற்ற நொதியாக இருக்கிறது. இச் செயலற்ற நொதி (முன்னுறைவி) உறைவியாக மாறச் சுண்ணக அயனிகளின் (calcium ions) துணையோடு உறைவூக்கி (Thrombocinase) என்னும் ஊக்கியால் தூண்டப்படவேண்டும்.

இவ்வுறைவூக்கிகள் உறைவணுக்கள், வெள்ளணுக்கள், திசுக்கள் ஆகியவற்றில் உள்ளவையே யன்றி, குருதியின் குழம்புப் பகுதியில் இருப்பதில்லை. இவ் வூக்கிகளைப்பற்றித்

தெளிவாகத் தெரியவில்லை யெனினும் இவை கொழுமப் புரதங்களால் (lipoproteins) ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன வென்று துணிவதற்குச் சில சான்றுகள் கிடைத்துள்ளன.

முன்னுறைவி செயல்படச் சுண்ணக அயனிகள் மிக இன்றியமையாததாகும். எனவே, குருதியோ, பிசிதமோ உறைவதற்கு நான்கு கூறுகள் தேவைப்படுகின்றன. அவை இழைபிறப்பி, முன்னுறைவி, சுண்ணக உப்புகள், உறைவூக்கி என்பன. குருதிப் பிசிதத்தில் முதல் மூன்று கூறுகளே யுள்ளன. குருதிக் குழல்களுக்கு ஊறு வந்து குருதி யொழுக்கு ஏற்படும் பொழுது, அருகிலுள்ள சிதைந்த திசுக்களிருந்தும், சிதைவுற்ற குருதியணுக்களிலிருந்தும் வெளிவரும் நான்காவது கூறுகிய உறைவூக்கி, உறைதலைத் தொடங்கி வைக்கிறது.

உறைவூக்கி + முன்னுறைவி → உறைவி (சுண்ணக அயனிகளின்) துணையோடு

உறைவி + இழை பிறப்பி → இழை நார்.

இழைநார் + குருதியணுக்கள் → குருதிஉறைகட்டி + சீநீர்.

மேற்கூறியனவன்றி, குருதி உறைவினை விரைவு படுத்தும் மற்ருெரு குளோபுலின் போன்ற புரதமும் குருதியில் கரைந்துள்ளது. இப் புரதக் கூறு இல்லையெனில், குருதியுறைவின் காலம் நீடிக்கப்பட்டு விடுகிறது. குருதியொழுக்கு நோயில் (haemophilia) குருதியொழுக்கிற்கு, இப் புரத மின்மையே காரணமாகும்.

சில வேளைகளில், எடுத்துக் காட்டாக, இடர்களில் இறந்து படுவோரின் உடலில் உறைந்த குருதி மீண்டும் நீர்த்து விடுகிறது. இழை நாரினைச் (fibrin) சிதைத்து விடும், இழை நார் சிதைவி (fibrinoslysm) எனும் நொதி இக் குருதியில் இருப்பதாலேயே குருதி நீர்த்து விடுகிறது. இக் குருதி, பிணியுற்ருேர்க்குச் செலுத்தத் தகுதி பெற்றது.

இந்நொதி சாகும் தருவாயில் நுரையீரலிலிருந்து குருதியை வந்தடைகிறது. இதய—நுரையீரல் ஏற்பாடுகளைக் கொண்டு நடத்திய ஆய்வுகளின்போது, நுரையீரல் வழியே பாய்ந்து சென்ற குருதி உறைய நெடுநேரம் ஆதலை பாவுலோவ் என்பவரே முதன் முதலில் கண்டறிந்தார். இடர்களின்போது இந் நொதி குருதியை யடைவது நடுநரம்பு மண்டலத்தால் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது (வி. ஐ லைன்).

உறைவுத் தடுப்பிகள் : மேற்கூறிய குருதியுறையு முறை யறிவு குருதி உறையாது தடுப்பதுபற்றி யறிய உதவுகிறது. திசுக்களுக்கும், குருதியணுக்களுக்கும் ஊறு ஏற்படாதவாறு, குருதியைத் திரட்டுவது உறைவுத் தடுப்புகளில் ஒன்றாகும். எனினும், கண்ணாடிக் குழல்களின் சுவர்களில் பட்டால்கூட உறைவணுக்களும், வெள்ளணுக்களும் சிதைந்து விடுகின்றன. இக் குழல்களின் சுவற்றில் பாரபின் மெழுகைப் பூசி விடுவதன் மூலம் சிறிது காலம் குருதியை உறையவிடாது வைத்திருக்க முடியும் ஆயினும், இம் முறை குருதியுறை காலத்தை நீடிக்கச் செய்வதன்றிக் குருதி உறைவதைத் தடுப்பதில்லை.

சிந்திய குருதியைக் கண்ணாடிக் குச்சி கொண்டு கிளறினால் இழைபிறப்பி இழை நாராக அக் குச்சியின்மீது படிந்து விடுதலைக் காணலாம். இம் முறைப்படிக் குருதியிலுள்ள இழை பிறப்பியை அகற்றிவிட முடியும். இழை பிறப்பி நீக்கப்பட்ட குருதி, உறைவதற்கான வலை ஏற்படுத்தும் வேறெவ்விதப் புரதங்களுமில்லாததால் உறையும் தன்மை யற்றதாகி விடுகிறது.

இழை நீக்கப்பட்ட குருதியே, குருதியின் பல்வேறு இயல்புகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளுக்குப் பயன்படுகிறது. குருதி யணுக்களை நீக்கிய குருதியின் குழம்புப் பகுதியை நாம் பிசித மெனக் கூறவியலாது. அப் பகுதியைச் சீநீர் என அழைக்கிறோம். இவ்விழை நீக்கிய குருதியில் உள்ள மிகச் சிறு சிறு உறை கட்டிகள் (clots), நுண்குழல்களில் சென்று அடைத்துக் கொள்ளுமாதலால் இக் குருதியினை, குருதி யொழுக்கிற்கு ஈடு கட்டப் பயன்படுத்தக் கூடாது.

குருதியிலுள்ள சுண்ணக அயனிகளை நீக்கிவிடுவதோடு, மற்றப் பொருட்களோடு கூட்டாக்கி விடுவதேதான் சிறந்த உறைவுத் தடுப்பு முறையாகும். ஆக்சலேட்டுகளும், உவர்ம-ஃபுளோரைடுகளும், சுண்ணக அயனிகளைப் படியச் செய்து விடுகின்றன. சிட்ரேட்டுகள் (citrates) சுண்ணக அயனிகளோடு சேர்ந்து கூட்டுப் பொருளாகி விடுகின்றன. எனினும், ஆக்சலேட்டுகளும், ஃபுளோரைடுகளும் நச்சுத் தன்மையுடையனவாதலால், இப் பொருட்கள் கலந்த குருதியை உடலில் செலுத்த முடியாது. இதற்கு மாறாக உவர்மச் சிட்ரேட்டு கலந்த குருதியே உடலில் செலுத்தப் பயன்படுகிறது. இவ் வுப்புக் கலந்த குருதியைக் குறை வெப்ப நிலைகளில் நீண்ட காலத்திற்குப் (20-லிருந்து 30 நாட்கள் வரை) பேணி வைத்திருக்க முடியும்.

இவ்வாறு குருதியைப் பேணி வைத்திருப்பதன் மூலம் குருதியொழுக்கின் பின் உயிரைக் காப்பாற்ற வியலுகிறது.

குருதி செலுத்தலின் (transfusion) பல சிக்கல்களைப் புரிந்து கொள்ள, உருசிய அறிவியலறிஞர்களின் ஆய்வுகள் துணைபுரிகின்றன (வி. சாமோவ், என். எலான்சுகி முதலானோர்).

தாயக விடுதலைப் போரில், காயம்பட்ட பல போர் மறவர்களை, இக் குருதி செலுத்தலின் மூலம் காக்க முடிந்தது. பெரும் அறுவை மருத்துவங்களின்போதும் குருதி செலுத்தல் கையாளப்படுகிறது.

குருதியின் நொதித்தல் முறைகளை (fermantative system) மாற்றிக் குருதி உறைவினைத் தடுக்கும் பொருட்களும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. அட்டை (leech)யின் தலையிலிருந்து பிழிந்தெடுக்கப்பட்ட இருதின் (Hirudin), விலங்குகளின் கல் லீரலிலிருந்து எடுக்கப்படும் கல்லீரனம் (Heparin), சில வண்ணப் பொருட்கள் போன்றவை அப் பொருட்களில் சில.

குருதிக் குழல்களின் சுவரருகே காணப்படும் பெருநில அணு (mast cells) நுண்ணியங்களில் கல்லீரனம் காணப்படுவ தாக அண்மைக் கால ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன. இதன் மூலம் உறைவணுக்கள் குருதியினுள் சிதைவதனால் ஏற்படும் உறைவி நொதியால் குருதி உறைவு ஏற்படாது தடுக்கும் எதிர் உறைவியாக (antithrombin) கல்லீரனம் செயலாற்றுகிறதெனத் துணிகிறோம்.

குருதிக் குழல்களுக்கு ஊறு ஏற்படும்போது பெரும் குருதி யொழுக்கு குருதி யுறைவதின் மூலம் நிறுத்தப்படுவதால் குருதி உறைதல், உயிரியல் நிகழ்ச்சிகளில் பெரும் சிறப்புடைய தாகிறது. குருதி யொழுக்கு நோயில் (hemophilia) ஒரு குளோபுலின் புரதக்கூறு இன்மையால் குருதி உறைவுக் காலம் நீடிக் கிறது. எனவே, சிறு காயம் படினும்கூட இப் பிணியாளர்கள் பெரும் குருதி யொழுக்கினால் இறந்துபடுவர்.

குடலுள் பித்தநீர் செல்லா நிலையிலும் K-ஊட்டமின்மை நிலைகளிலும்கூட இவ் வுறைவுக் காலம் நீட்டித்திருக்கும் [K-ஊட்டம் உறிஞ்சப்படுவதற்கு, பித்தநீர் இன்றியமையாத தாகும்]. இந் நோய்நிலைகளில் அறுவை மருத்துவம் மேற் கொள்ளப்பட்டால் பெரும் குருதியொழுக்கால் பிணியாளன் இறந்துபடுவான்.

எருதின் உறையவைக்கப்பட்ட பிசிதம் அல்லது இழை நாரிலிருந்து உருவாக்கப்பட்ட படலம் (film) குருதி யொழுக்கை நிறுத்தப் பயன்படுகிறது. இவைகளிலுள்ள உறைவி குருதியின் இழை பிறப்பியை இழை நாருக மாற்றி உடனடியாகக் குருதியை உறைய வைக்கிறது. இச் செயலால் குருதி யொழுகிய விடங்கள் விரைவிலேயே உறை கட்டிகளால் மூடப்பட்டு விடுகின்றன.

குருதிப் பிசிதத்திலுள்ள வளர்சிதை மாற்றத்தின் இடைநிலை விளைபொருட்கள்

நுண்ணியங்களுக்குத் தேவையான பொருட்கள், உடலில் நடைபெறும் வளர்சிதை மாற்றத்தின்போது விளையும் கழிவுப் பொருட்கள் ஆகியவை குருதியில் கலந்திருக்கின்றன.

குருதியிலுள்ள புரதப் பொருட்களை வடிகட்டிப் பிரித்து விட்டால் வடிநீரில் அமினே அமிலம், சிறுநீர் அமிலம், கிரியாட்டினின் போன்ற அவியக் கூட்டுப் பொருட்கள் கரைந் திருக்கின்றன. இப் பொருள்களிலுள்ள அவியத்தை (Nitrogen) புரதமில்லா அவியம் என அழைக்கிருர்கள். நலமுடையோரின் குருதியில் நூற்றுக்கு 20-லிருந்து 40 மி.கி. வரை இப் புரதமில்லா —அவியம் கரைந்துள்ளது. இப் பொருட்கள் பெரும்பாலும் பிசிதத்திலும், செவ்வணுக்களிலும் சமனுகப் பரவி யிருக் கின்றன. சில சிறுநீரக நோய்களில் வளர்சிதை மாற்றத்தால் விளையும் அவியப் பொருட்கள் சிறப்பாக சிறு நீருப்பு குருதியிலிருந்து வெளியேற்றப்படுவதில்லை. அந் நேரங்களில் குருதியில் இப் பொருட்களின் அளவு மிகுந்துவிடுகிறது. இந் நிலையை அசோடீமியா என்றழைக்கிருர்கள். சிறுநீரில் வழக்கமாக வெளியேற்றப்படும் பொருட்கள், வெளியேற்றப் படாது உடலிலேயே தங்கிவிடும் நோயான 'யூரிமியா' (Uremia) வின் ஓர் அறிகுறியே அசோடீமியாவாகும்.

மாவுப் பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் இடைநிலை விளை பொருட்களான இலாக்டிக் அமிலம், குளுக்கோசு முதலியனவும் குருதியில் எப்பொழுது மிருக்கும். குளுகோசு (Glucose) உருவில் மாவுப் பொருட்கள் குடலிலிருந்து உறிஞ்சி யெடுக்கப்படுகின்றன. குடலிலிருந்து இவ் வெல்லம் உடலின் பல்வேறு உறுப்புகளுக்குச் சென்றுவிடுகிறது. அங்கு இக் குளுக்கோசு ஆற்றல் தரும் பொருளாகவும், இழந்துவிட்ட கிளைக்கோசனை ஈடுகட்டவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சீர் நிலையில் மனிதனின் குருதியிலும், உயர் விலங்குகளின்

குருதியிலும், 0.07%—0.1% குளுக்கோசு கரைந்துள்ளது. மாப் பொருள் மிக்க, சிறப்பாக, வெல்லம் மிகுந்த, உணவு உண்ட பின்னர், குருதியின் வெல்ல அளவு மிகுந்து விடுகிறது. இந் நிலைக்குக் குடல் வழிச் சர்க்கரை மிகுநிலை (alimentary hyperglycaemia) என்று பெயர்.

மாப்பொருட்கள் வளர்சிதை மாற்றத்தில் இடைநிலை விளை பொருளே இலாக்டிக் அமிலமாகும். உடல் ஓய்வுடனிருக்கும் பொழுது குருதியில் இலாக்டிக் அமிலத்தின் அளவு மிக மிகக் குறைவாகும் (10—15 மி. கி.%). கடும் உடற்பயிற்சியின் போது, குருதியில் இலாக்டிக் அமிலத்தி னளவு பன்மடங்கு பெருகிவிடுகிறது. ஏனெனில், உடற்பயிற்சியின்போது தசைகளிலிருந்து இலாக்டிக் அமிலம் பெருமளவு குருதியினுள் பாய்கிறது.

பிசிதத்தில் 0·5 விழுக்காடு கொழுப்புப் பொருட்கள் அடங்கியுள்ளன. இப் பொருட்களில் ஒரு பகுதி நடுநிலைக் கொழுப்புகளாகவும், ஒரு பகுதி பாசுபட்டைடுகளாகவும், மற்றொரு பகுதி கொலசுடீராலாகவும் அதன் எசுதர் (esters) களாகவும் உள்ளன. கொழுப்புப் பொருட்களை மிகுதியாக உண்டபோதும், நீரிழிவு போன்ற நோய் நிலையிலும் குருதியில் கொழுப்புப் பொருட்களின் அளவு பன்மடங்கு மிகுந்து விடுகிறது. இந் நிலைக்கு கொழுமக் குருதிநிலை (Lipaemia) என்று பெயர்.

6. குருதியணுக்கள்

செவ்வணுக்களின் சேர்க்கையும் உருவமும்

மீன், தவளையினம், ஊர்வன, பறவைகள் போன்ற தாழ்ந்த முதுகெலும்பினங்களின் குருதிச் செவ்வணுக்கள் உட்கரு உடையதாகவும், முட்டை வடிவமுடையதாகவு மிருக்கின்றன. மனிதனிலும், மற்றப் பாலூட்டிகளிலும் குருதிச் செவ்வணுக்கள் உட்கருவற்றதாயும், இரு புறமும் குழிந்த தட்டு (disk) வடிவமுடையதாகவு மிருக்கின்றன. செவ்வணுக்களின் குறுக்களவு விலங்கினங்களைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது.

சில வாலுடைய நீர்-நில வாழ்வினங்களின் உட்கருவுடைய செவ்வணுக்கள் அளவில் மிகப் பெரியதாக இருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, புரோடீயசு (Proteus) என்ற விலங்கின் செவ்வணுவின் குறுக்களவு 58 மைக்ரான்களாகும். அசைபோடும் விலங்குகளின் செவ்வணுக்கள் மிகச் சிறியதாக இருக்கின்றன. வெள்ளாட்டின் செவ்வணுக்களின் குறுக்களவு 4 மைக்ரான்களாகும். மானின் செவ்வணுக்களின் குறுக்களவு 3.6 மைக்ரான்களாகும்.

மனிதச் செவ்வணுவின் குறுக்களவு, அதன் இயல்பான சூழ்நிலையான பிளாசுமாவில் 8—8.5 மைக்ரான்களாகும். உலர்ந்த பின்னரோ, கண்ணாடிச் சில்லுகளிலோ இவைகளின் அளவு சிறிது குறைந்துவிடுகிறது (7.2—7.7 மைக்ரான்கள்). செவ்வணுக்கள் 2—2.5 மைக்ரான்கள் பருமனுடையவை. இந் நுண்ணியங்கள் நீண்டு மீளும் தன்மையுடையன. இத் தன்மையால், இவைகளின் குறுக்களவைவிடக் குறைந்த குறுக்களவுடைய நுண்குழல் வழியேகூடச் செல்ல இந் நுண்ணியங்களால் இயலுகின்றன.

செவ்வணுக்களில் திடப்பொருட்களின் அளவு மிகுதியாக இருக்கிறது (37% வரை). செவ்வணுக்களின் மேற்பரப்பில் தொலியாக உருவாகி இருக்கும் கொழுமப் புரதங்களின் கூட்டுருவின்மீதுதான் செவ்வணுக்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கூட்டுரு (stroma) வின் இடைவெளிகளில் உப்புகள், மின்பகாப் பொருட்கள், செவ்வணு நிறமி (Haemoglobin) ஆகியவை காணப்படுகின்றன. கொழுமங்கள் (lipoids) புரதங்கள் போன்ற கரைதக்கைப் பொருட்கள், செவ்வணுக்களின் தொலிவழியே ஊடுருவிச் செல்ல வியலாது. நில உப்புகளின் அயனிகள் சமனற்ற முறையில் ஊடுறுவிச் செல்கின்றன. நீரிய அயனிகள், உயிர் நீரிய அயனிகள், பிற எதிரயனிகளான பாசியகை எதிரயனிகள், கரியமில எதிரயனிகள், சில கரிக் கூட்டு அமிலங்களின் எதிரயனிகள் முதலானவைகள் மிக எளிதாக இவ் வணுக்களின் தொலியைக் கடந்து செல்கின்றன. உவர்மம், வெடியுப்பு (Potassium irons) முதலியவைகளின் அயனிகள் மெல்ல மெல்லக் கடந்து செல்கின்றன; சுண்ணக அயனிகள் (Calcium irons) கடந்து செல்வதில்லை. செவ்வணுக்களின் நேரயனிகளின் சேர்க்கை, பிளாசுமாவின் சேர்க்கையினின்றும் பெரிதும் வேறுபடுகிறது (பட்டியல்-3).

பட்டியல் 3

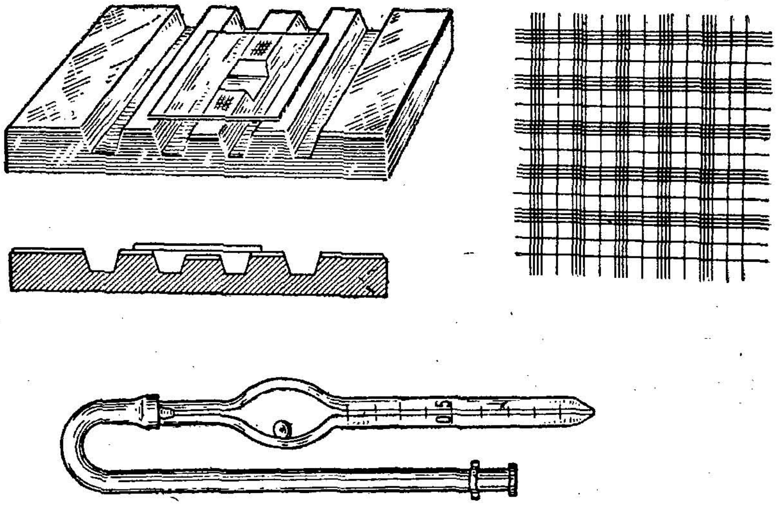
செவ்வணுக்களிலும் பிளாசுமாவிலுமுள்ள சில அயனிகளின் அளவு

(நூற்றுக்கு இத்துணை மி.கி. என்று கொடுக்கப்பட்டுள்ளது)

	உவர்மம் Na.	வெடியுப்பு K.	சுண்ணகம் ca.	பாசியகை cl'
பிளாசுமா	330	18	10	360
செவ்வணு	90	380	—	205

செவ்வணு நிறமி (Haemoglobin) செவ்வணுக்களிலுள்ள எதிரயனிகளில் முதன்மையானது. இதனால், மற்ற எதிரயனிகளின் (Cl', *HCO3'* முதலியன) அடர்வு, செவ்வணுக்களின் உள்ளும் புறமும் வேறுபடுகிறது. செவ்வணுக்களில் இந்த எதிரியனிகளின் அடர்வு பிளாசுமாவிலுள்ள அடர்வில் ஏறக்குறைய பாதியாகும்.

குருதியணுக்களைக் கணக்கிடுதல்: குருதியணுக்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட குருதியணு அளவை (Haemocytometer) பயன்படுத்தப் படுகிறது.



படம் 5. கோரியோவின் கோடுகளையுடைய பர்க்கரின் குருதி அணு அளவை. குருதியை நீர்க்கும் பிப்பட் (கீழுள்ளது)

கோரியோவின் அளவு முறை பதிக்கப்பட்ட, பர்க்கரின் குருதியணுயளவை உருசியாவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் செவ்வணு கணக்கிடும் பகுதி $\frac{1}{20}$ மி.மீ. அளவுடைய சிறு சிறு கட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இப் பகுதியின் ஆழம் $\frac{1}{10}$ மி.மீ. ஆகும். இப் பகுதி செவ்வணு நீர்த்தக் கரைசல் (Erythrocyte diluting fluid) கலந்த குருதியில் நிரப்பப் பட்டு உருப் பெருக்கியின் துணை கொண்டு எண்ணிக் கணக்கிடப்படுகிறது.

நலமுடைய ஆண்களின் குருதியில் ஒரு கன மி.மீ.க்கு 5,000,000 செவ்வணுக்கள் உள்ளன. பெண்களிடத்தில் 4,500,000 செவ்வணுக்கள் உள்ளன. எனவே, இச் செவ்வணுக்களின் பெரும் எண்ணிக்கை வளிமாற்றம் நடைபெற விரிந்த பரப்பினைத் தருகிறது. மனிதச் செவ்வணுக்களின் மொத்தப் பரப்பளவு 3,000 சதுர மீட்டர்களாகும். இந்த அளவு உடலின் பரப்பளவினைக் காட்டிலும் 2,000 மடங்கு மிகுதியாகும்.

உடலின் பல்வேறு உடலியங்கு நிலைகளில், செவ்வணுக்களின் எண்ணிக்கை வேறுபடுகிறது. விரைவான மாறுதல்

களுக்கு, உடலில் செவ்வணுக்கள் கலைத்துப் பங்கிடப் படுவதே காரணமாகும். மண்ணீரல் (spleen), கல்லீரல் (liver), தோல் (skin) போன்ற உறுப்புகள் குருதியணுக்களை உள் ளடக்கி வைத்திருந்துத் தேவைப்படும்போது குருதிக்குள் செலுத்தும் சேமிப்புக் கிடங்குகளாக (depot) விளங்குகின்றன. இச் செயல் நடுநரம்பு மண்டலத்தின் கட்டுப்பாட்டில் இருக்கிறது. உடற்பயிற்சியின்போதும், அழுத்தம் குறைந்த சூழலிலும் செவ்வணுக்களின் எண்ணிக்கை பெருமளவில் உயர்கிறது.

செவ்வணுக்கள் உருவாகும் விரைவுமானம் (rate), அவை சிதைவுறும் விரைவுமானம் ஆகியவைகளில் மாறுதல் களும், செவ்வணுக்கள் எண்ணிக்கை வேறுபடுவதற்கு மற்று மொரு காரணமாகும். வயது வந்தவர்களின் உடலில் செவ் வணுக்கள் எலும்புச் சோற்றிலிருந்து (bone marrow) உருவா கின்றன. குருதி நோய்களில் இவ் வணுக்களின் எண்ணிக்கை மட்டுமன்றி இவைகளின் அளவு, உருவம், உட்சேர்க்கை (internal composition) முதலியனவும் மாறுபாடடையும். மேலும், இந் நிலைகளில் உட்கருவுடைய செவ்வணுக்கள் கூடக் காணப் படலாம்.

இவ் வணுக்களின் உருவில் காணப்படும் மாறுதல்களை மிக எளிதில் கண்டுபிடித்துவிடலாம். செவ்வணுக்கள் பேரிக்காய், குப்பி, உடுக்கை (dumb-bell) போன்ற உருவங்களை யடைகின்றன. ஒழுங்கற்ற உருவமுடைய செவ்வணுக்களைப் 'பிறழ் செவ்வணுக்கள்' (Poikilocytes) என அழைக்கிறோம். செவ்வணுக்கள் மிக விரைவாக உருவாக்கப்படும்போது, வலைப்பின்னல் கொண்ட செவ்வணுக்கள் குருதியில் காணப் படுகின்றன. இவ் வணுக்கள் 'வலையணுக்கள்' (Reticulocytes) எனக் கூறப்படுகின்றன. மிகுதியான குறுக்களவுள்ள செவ்வணுக்கள் 'பெருவணுக்கள்' (Macrocytes) எனவும், குறைந்த குறுக்களவுடைய செவ்வணுக்கள் 'குறுவணுக்கள்' (Microcytes) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. சில நோய் நிலைகளில் செவ்வணுக்களின் பல்வேறு வண்ணங்களை ஏற்றுக் கொள்ளும் திறனும் மாறுபடுகின்றது. இச் செவ்வணுக்கள் 'பல்நிறமேற்கும் செவ்வணுக்கள்' (Polychromatophylic). எலும்புச் சோறின் செயல்மிகுந்த நிலையில், 'சீரிள வணுக்கள்' (Normoblasts) குருதியில் தோன்றுகின்றன. இவ் வணுக்கள் செவ்வணுக்களை யொத்த அளவுடையன ஆயினும் உட்கரு உடையயவை. குருதியை உருவாக்கும் உறுப்புகள்

நோயுறும்போது, சீர் செவ்வணுக்களைவிட மிகுதியான செவ்வணு நிறமியும், பெரிய உட்கருவுமுடைய அணுக்களும் குருதியில் தோன்றுகின்றன. இவ் வணுக்கள் 'பேருரு இளவணுக்கள்' (Megaloblasts) என அழைக்கப்படுகின்றன.

சோகை போன்ற குருதி நோய்களிலும், சில இலைப்பு நோய்களிலும், குருதிச் செவ்வணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைவதுடன் (குருதிச் செவ்வணு குறைநிலை—Erythropenia), பிறழ் செவ்வணுக்களும் குருதியில் தோன்றுகின்றன. குருதியை உருவாக்கும் உறுப்புகள் நோயுறும்போதும், அழுத்தம் குறைந்த வரிச்சூழலிலும் செவ்வணுக்களின் எண்ணிக்கை பன்மடங்கு உயர்ந்துவிடுகிறது. இந் நிலைக்குச் செவ்வணு மிகு நிலை (Polycythaemia) என்று பெயர்.

செவ்வணுக்களின் சவ்வூடழுத்த நிலைப்பு (Stability): உப்படர்த்தி குறைந்த அல்லது உப்படர்த்தி மிகுந்த கரைசல்களில் செவ்வணுக்கள் வைக்கப்பட்டால் அவைகளின் கொள்ளளவு மாறுபடுகிறது. இச் செவ்வணுக்களின் கொள்ளளவு மிகுந்து, செவ்வணுக்களின் தொலி வெடிப்பதினுல் இவ் வணுக்களின் உட்பொருட்கள் (content) யாவும் சுற்றியுள்ள கரைசலில் கலந்துவிடுகின்றன. இந் நிலையைக் 'குருதிச் சிதை' வெனக் (Haemolysis) கூறுகிறேம். இந் நிலையில் குருதி ஊடுருவும் நிலையை (transparent) அடைகிறது. சில குருதி நோய்களில் உப்படர்த்தி குறைந்த கரைசல்களில் செவ்வணுக்களின் நிலைப்பு மாறுபடுகிறது. எனவே, அம்மாறு பாடுகளைக் கணக்கிடுவது நோய்களையறிய உதவுகிறது.

செவ்வணுக்களின் சவ்வூடழுத்த நொய்மையை (fragility) கணக்கிட, பல்வேறு அடர்த்தியுள்ள (0.9% முதல் 0.3% வரை) உவர்மப் பாசியகைக் கரைசல்களில் ஒரு துளி குருகுதியை விடுகிருர்கள். சிறு அளவில் குருதிச் சிதைவேற்படும். கரைசலின் அடர்த்தியையும் கணக்கெடுத்துக் கொள்கிருர்கள். நலமுடையோரின் குருதி, 0.42%-லிருந்து 0.48% அடர்த்தியுள்ள உ. ப. (NaCl) கரைசல்களில் சிதையத் தொடங்கி 0.3%—0.32% அடர்த்தியுள்ள கரைசல்களில் முழுவதுமாகச் சிதைந்து விடுகிறது.

கொழுமங்களைக் கரைக்கும் ஈதர் போன்ற பொருட்களும் கொழுமத்தோடு வேதியியல் முறையில் கூடும், 'திசிடானின்', 'சாபானின்' போன்ற பொருட்களும் குருதிச் சிதைவினை ஏற்படுத்துகின்றன. சில பாம்புகளின் நஞ்சும், குருதியைச்

சிதைக்கும் தன்மை பெற்றுள்ளன. சில விலங்குகளின் சீநீர் (Serum) கூட மற்ற விலங்குகளின் செவ்வணுக்களைச் சிதைக்கும் தன்மை பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாகப் பன்றியின் குருதிச் சீநீர், செம்மறியாட்டின் குருதிச் செவ்வணுக்களைச் சிதைக்கும் ஆற்றல் பெற்றிருக்கிறது. எனவே, ஒரு விலங்கினிடமிருந்து மற்றொரு விலங்கிற்கு, குருதி செலுத்தும் பொழுது, குருதிச் சிதை வேற்படின், குருதியினைப் பெறும் விலங்கிற்குப் பேரிடர் விளையும்.

குருதிக் குழுக்கள்
Blood Groups

ஒருவரிடமிருந்து மற்றொருவருக்குக் குருதியைச் செலுத்தும் பொழுது, ஒருவரின் குருதியிலுள்ள சில புரதங்கள் மற்றொருவரின் செவ்வணுக்களைச் சிதைத்துவிடக் கூடும். இவ்வாறு சிதைக்கும் முன்னர், செவ்வணுக்கள் திரட்சியடைகின்றன. பின்னர் திரட்சியடைந்த செவ்வணுக்கள் சிதைந்தழிகின்றன.

இத் திரட்சி முறையால், மனிதர்கள் நான்கு குழுக்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றனர். செவ்வணுக்களிலுள்ள A, B என்ற திரளுமங்களைக் (Agglutinogens) கொண்டும், பிளாசுமாவிலுள்ள α, β என்ற திரள்விகளை (Agglutinin) கொண்டும், இக் குழுக்கள் பகுக்கப்படுகின்றன. 'A' திரளுமமும், α திரள்வியும் கலக்கும் பொழுதும், 'B' திரளுமமும் β திரள்வியும் கலக்கும் பொழுதும் குருதிச் செவ்வணுக்கள் திரட்சியடைந்து விடுகின்றன. சிலருடைய செவ்வணுக்கள் எவ்வகைச் சீநீரைக் கலப்பினும் திரள்வடைவதில்லை. இக் குழுவினரின் செவ்வணுக்களில் திரளுமங்கள் எதுவு மின்மையே காரணமாகும். சான்சுகி (Jansky) யின் பகுப்பில் இக்குழு முதற்குழு வென்றும், மற்ற பகுப்புகளில் 'O' குழு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ஆனால், இக் குழுவினர் சீநீர், மற்றக் குழுவினரின் செவ்வணுக்களைத் திரளச் செய்கின்றது. இச் செயலுக்கு இக் குழுவினரின் சீநீரில் α, β என்ற இரு திரள்விகளும் இருப்பதே காரணமாகும். நான்காவது குழு, இக் குழுவிற்கு நேர்மாறாக இருக்கிறது.

நான்காவது குழுவினரின் சீநீரில் திரள்விகள் எதுவும் கிடையாது. எனவே இச் சீநீர் செவ்வணுக்களைத் திரளச் செய்ய வியலாது. இக் குழுவினரின் செவ்வணுக்களில் A, B என்ற இரு திரளுமங்களும் (Agglutinogens) இருப்பதால், இக் குழுவினரின் செவ்வணுக்களை, இக் குழுவினரின் சீநீரைத்

தவிர, மற்ற எல்லாக் குழுவினரின் சீநீரும் திரளச்செய்து விடுகின்றன.

இரண்டாவது குழுவினரின் செவ்வணுக்களில் A திரளுமமும், பிளாசுமாவில் β திரள்வியும் இருக்கின்றன. மூன்றுவது குழுவினரின் செவ்வணுக்களில் B திரளுமமும், பிளாசுமாவில் α திரள்வியும் இருக்கின்றன. ஒரே குழுவினரின் செவ்வணுக்களும், பிளாசுமாவும் கலக்கும்பொழுது திரள்வடைவதில்லை. எவ்வெவ் விடங்களில் திரட்சி நடைபெறும், எங்கெங்கு நடைபெருது என்பதைப் பட்டியல் 4-ல் காணலாம். குருதிக் குழுக்களைக் கண்டறியும் முறை ஆருவது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பட்டியல் 4

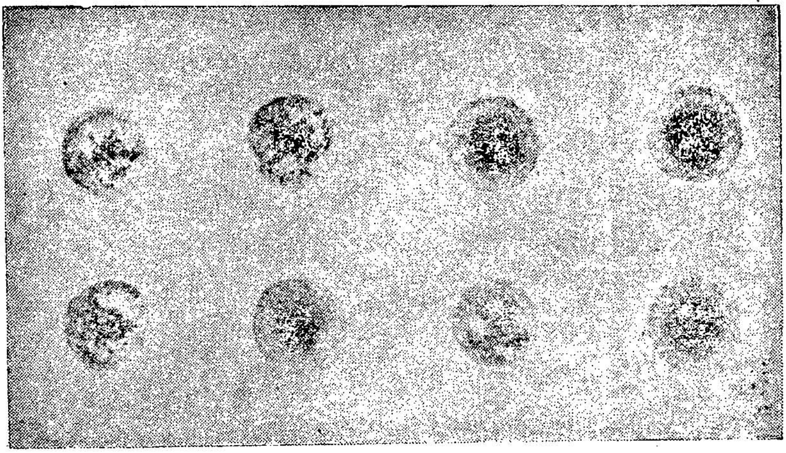
குருதிக்குழுக்கள் (சான்சுகியைப் பின்பற்றி) எழுதப்படது.

சிறுநீரும் அதன் திரள்விகளும்	செவ்வணுக்களும் அதன் திரளுமங்களும்			
	1 ஆவது குழு (O)	2 ஆவது குழு (A)	3 ஆவது குழு (B)	4 ஆவது குழு (AB)
முதற் குழு ($\alpha\beta$)	−	+	+	+
இரண்டாவது குழு (β)	−	−	+	+
மூன்றுவது குழு (α)	−	+	−	+
நான்காவது குழு (O)	−	−	−	−

+ = திரட்சி நடைபெறுகிறது. — = திரட்சி நடைபெறுவதில்லை.

பெரும்பாலும், குருதி பெறுவோரின் குருதியி னளவினை விட மிகக் குறைந்த அளவு குருதியே செலுத்தப்படுகிறது. எனவே, உட்செலுத்தப்பட்ட குருதி, பெறுவோரின் குருதியினுல் நீர்க்கப்பட்டு விடுவதால், உட்செலுத்தப்பட்ட குருதிச் சீநீரிலுள்ள திரள்விகளின் அடர்த்தி மிகக் குறைந்துவிடுகிறது. இதனுல் இத் திரள்விகளால், பெறுவோரின் குருதிச் செவ்வணுக்களைத் திரளச்செய்ய வியலாது. எனினும், உட்செலுத்தப்பட்ட செவ்வணுக்களின் திரளுமங்கள்

பெறுவோரின் பிளாசுமாவிலுள்ள திரள்விகளோடு ஒத்திருக்குமெனின், குருதி திரட்சியடைந்து விடுகிறது.



படம் 6. திரளுதல் முறைப்படி குருதியைப் பகுக்கும் முறை திரட்சியடைந்த செவ்வணுக்கள் தெளிவாகத் தெரிகின்றன.

இடமிருந்து வலம் : முதல், இரண்டு, மூன்று நான்கு ஆகிய குழுக்களின் ஒரு சொட்டுக் குருதியை, இரண்டாவது (படக் கீழ்ப்பகுதி) அல்லது மூன்றுவது (படமேல் பகுதி) குருதிக் குழுவைச் சார்ந்தவரின் சீநீருடன் கலந்ததால் ஏற்பட்ட மாறுதல்களைக் காட்டுகின்றன. முதல் குருதிக் குழுவில் திரள் இல்லை.

இரண்டாவது குருதிக் குழுவின் சீநீருடன் மூன்றுவது குழுக் குருதியைக் கலந்தால் இக் குழுவில் திரள் ஏற்படுகிறது. (மேலுள்ளது) இரண்டாவது குழுச் சீநீரை மூன்றுவது குருதியுடன் கலந்தால் இக் குழுவில் திரள் ஏற்படுகிறது. இரண்டு, மூன்று ஆகிய இரண்டு குழுக்களின் சீநீரைப் போட்டாலும் நான்காவது குழு திரள்கிறது.

குருதிச் சிதைவின்போது ஏற்படும் சில நச்சுப் பொருட்கள் சிறப்பாக அடிஞேசின் முப்பாசு பாரிக அமிலம் போன்றவை பல நோய்களையும், சில நேரங்களில் சாவினையும் ஏற்படுத்துகின்றன. 1ஆவது குழுவினருக்கு, 1ஆவது குழுக் குருதியையே செலுத்த முடியும். 2ஆவது குழுவினருக்கு, 1ஆவது, 2ஆவது குழுக் குருதியைச் செலுத்த முடியும். மூன்றுவது குழுவினருக்கு, 1வது, மூன்றுவது குழுக் குருதியைச் செலுத்தலாம். 4ஆவது குழுவினருக்கு எக் குழுக் குருதியையும் செலுத்தலாம். எனவே, நாலாவது குழுவினரை அனைவரிடமும் பெறுனர் (Universal recipients) என்றும், முதற் குழுவினரை அனைவருக்கும் அளிப்பவர் (Universal donor) என்றும் அழைக்கப்

படுகின்றனர். ஏனெனில், முதற் குழுவினரின் செவ்வணுக்களில் திரளுமங்கள் எதுவுமில்லாததால் இக் குழுக் குருதியைச் செலுத்துவதால் பெறுவோரின் உடலில் குருதிச் சிதைவு அடைவதில்லை. ஆயினும், செலுத்தப்படும் குருதியில் திரள்விகளில் அளவு குறைவாகவும், செலுத்தும் குருதி குறைந்த அளவிலும் இருக்கவேண்டும்.

இக் குருதிக் குழுவமைப்பு, நோய் வயது முதலியவற்றுல் மாறுபாடு அடைவதில்லை.

திரளுமங்களின் வேதியியல் அமைப்பினைப்பற்றிய ஆய்வுகள் அண்மையில் சிறிது முன்னேற்றமடைந்துள்ளன. குளுகுரானிக அமிலம், அமினோ வெல்லம் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய கூட்டுச் சர்க்கரை (Polysaccharide)களால் திரளுமங்கள் ஆக்கப்பட்டிருக்கலாம் என்று தெரிகிறது. இக் கூட்டுச் சர்க்கரை செவ்வணுக்களில் மட்டுமன்றி உமிழ்நீர், இரைப்பைச் சளிப் படலம் (Gastric mucosa) போன்றவைகளிலும் காணப்படுகின்றன. இத் திரளுமங்களின் சேர்க்கை மிகவும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. A, B என்ற திரளுமங்கள் மட்டும் இன்றி, M,N,P போன்றவைகளும் செவ்வணுக்களில் இருக்கின்றன.

இரீசசு காரணி (Rh factor) என்றழைக்கப்படும் மற்ருெரு திரளுமம் மிக இன்றியமையாததாகும். மாககசு இரீசசு (Macacus rhesus) என்ற குரங்கிலிருந்து (Marmoset) இப் பெயர் பெற்றது. இக் குரங்கின் செவ்வணுக்களை, முயலின் குருதியில் செலுத்தியபின், முயலின் குருதியிலிருந்து எடுக்கப்படும் சீநீர், இக் குரங்குகளின் செவ்வணுக்களை மட்டுமன்றி பெரும்பாலான (86%) மனிதர்களின் செவ்வணுக்களையும் திரளச்செய்கிறது. இவர்கள் *Rh*+ என்றழைக்கப்படுகின்றனர். 14% மக்களிடத்தில் இக் காரணி யிருப்பதில்லை. இவர்கள் *Rh*— என்றழைக்கப்படுகிருர்கள். *Rh*— மக்களுக்கு *Rh*+ செவ்வணுக்களைக் குறைந்த அளவில் திரும்பத் திரும்பச் செலுத்திஞல் *Rh*— மக்கள் உடலில் உருவாகும் *Rh*— எதிர்—திரள்விகளால் (anti-Rh agglutinins) செலுத்தப்படும் செவ்வணுக்கள் திரட்சியடைகின்றன. இக் காரணிக மரபுவழி உரிமையாகப் (inherited) பெறப்படுவதால் சூல்கொண்டிருக்கும் பொழுது தனிச் சிறப்புடையதாகிறது. *Rh*+ தந்தைக்கும் *Rh*— தாய்க்குமிடையே பிறக்க விருக்கும் குழவி (foetus) *Rh*+ ஆக இருக்கலாம். குழவியின் செவ்வணுக்கள் தாயின் உடலில் புகுமாதலால், தாயின் உடலில் *Rh*— எதிர்த் திரள்விகள்

உருவாகின்றன. இத் திரள்விகள் குழவியின் உடலுள் செல்லும்போது, குழவியின் செவ்வணுக்களைச் சிதைத்துச் சோகையை ஏற்படுத்துவடன் குழவியையும் கொன்று விடுகின்றன. இதே போன்று $Rh-$ பெண்களுக்கு, மகப்பேறு காலத்தில், $Rh+$ குருதியைச் செலுத்திஞல் குருதிச் சிதைவால் அப் பெண்கள் இறந்துவிடுவர்.

குருதிப் பிளாசுமாவிலுள்ள திரள்விகள், புரதங்களாகும். இப் புரதங்கள் குருதிப் பிளாசுமாவிலுள்ள குளோபுலின்களின் γ—கூறின் ஒரு பகுதியாகும்.

பெரும்பாலான நேரங்களில், குருதியைவிடப் பிளாசுமாவை மட்டுமே செலுத்தி உயிர்களைப் பிழைக்க வைத்திருக்கிருர்கள். பெருமளவு குருதியொழுக்கு ஏற்பட்ட நேரங்களில் குருதியழுத்தத்தை நிலைப்படுத்தக் குருதிக் குழம்பின் அளவினை ஈடுகட்ட வேண்டியது ஒன்றே தலையாயதாகும். பிளாசுமாப் புரதங்கள் ஏற்படுத்தும் சவ்வூடழுத்தம், குருதியில் குழம்பினைத் தேக்கி வைத்துக்கொள்ள உதவுகிறது.

குருதிப் பிளாசுமாவில் திரள்விகள் இருப்பதால், குருதியைப் பெறுவோரின் பிளாசுமாவோடு இணையக் கூடிய செவ்வணுக்களையே செலுத்தவேண்டும். பிளாசுமாவின் இயற்கைத் தன்மையினை அழிப்பதன் மூலம் அதிலுள்ள புரதங்களின் தனித் தன்மையை மாற்றிவிடலாம். இவ்வாறு மாற்றப்பட்டபின் இவைகள் செவ்வணுக்களைச் சிதைக்கும் தன்மையை இழந்துவிடுகின்றன. இதனுல் விலங்குகளின் சீநீரைக்கூட மனிதருக்குத் தீங்கு நேராமல் செலுத்தலாம். குருதியை மிகக் குறைந்த நாட்களுக்கே பேணி வைத்திருக்க முடியும். இதனுல் இயற்கைத் தன்மை மாற்றப்பட்ட சீநீரை நீண்ட நாட்களுக்குப் பேணிவைத்திருக்க முடியும். மேலும், விலங்குகளிலிருந்து கிடைக்கும் சிறுநீருக்கு அளவே கிடையாது.

செவ்வணு படியும் விரைவுமானம்

உறைவுத் தடுப்பிகளைக் குருதியில் கலந்து வைப்பின், குருதியணுக்கள் படிந்து, பிசிதத்திலிருந்து பிரிந்து விடுகின்றன. இன்றைய மருத்துவத்தில் செவ்வணு படியும் விரைவுமானத்தைக் கணக்கிடுவது நோய்நாடு முறைகளுக்குப் பெருந்துணையாக விருக்கின்றது. சூல் நிலையிலும் (pregnancy), காசநோய் (Tuberculosis) போன்ற நோய் நிலையிலும் செவ்வணு

படியும் விரைவுமானம் மிகுந்துவிடுகிறது. இச் செவ்வணு படியும் விரைவு மானத்தில் ஏற்படும் வேறுபாடுகளுக்கு, செவ்வணுக்கள் திரளும் விரைவு மானத்தில் உள்ள வேறுபாடே காரணமாகும். தொடக்கத்தில் அவைகள் சிறு சிறு அடுக்குக் ளாக இருக்கின்றன; பின்னர் ஒன்ருகத் திரள்கின்றன. அவை திரள்வதில் ஏற்படும் ஏற்றத் தாழ்வுகளுக்கு, பிசிதப் புரதங் களின் மின்னியல்புகளிலுள்ள மாறுபாடுகளே காரணமாகும்.

செவ்வணுக்கள் படியும் விரைவுமானம் பாச்சென்கோவின் அளவையின் துணைகொண்டு கணிக்கப்படுகிறது. இந்த அளவையில் ஒரு அளவு குறிக்கப்பட்ட நுண் குழல் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. உவர்ம சிட்ரேட்டு கலந்த குருதி இக் குழலுள் உறிஞ்சியெடுத்துச் செங்குத்தாக வைக்கப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்குப் பின்னர் செவ்வணுக்களுக்கு மேலுள்ள பிசிதத்தின் உயரம் கணக்கெடுக்கப்படுகிறது. நலமுடையோரிடத்து, இவ் வுயரம் ஒரு மணிக்கு 4-10 மி.மீ. ஆகும். பெண்களுக்குப் பொதுவாக இந்த அளவு கூடுதலாக இருக்கிறது.

செவ்வணு நிறமி (கீமோகுளோபின்)

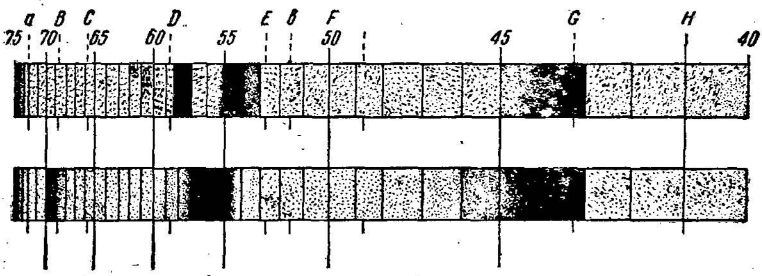
செவ்வணுக்களின் பெரும்பகுதி, குருதியின் நிறமியான, கீமோகுளோபின் எனப்படும் செவ்வணுநிறமியால் ஆக்கப் பட்டிருக்கிறது. இந் நிறமியி னளவு, செவ்வணுக்களின் அளவில் 32 விழுக்காடும், குருதியின் மொத்த அளவில் 14-16 விழுக்காடும் ஆகும். இந் நிறமியின் அணுத்திரளெடை 68,000 ஆகும். இந் நிறமியின் புரதக்கூறு குளோபின் என்றும், புரதமற்ற பகுதி கீமோகுளோபின் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. மாறு படாத குளோபினும், நான்கு-ஃகீம் அணுத்திரள்களும் கொண்ட ஒரு கூட்டுப்பொருளே கீமோகுளோபினுகும் [செவ்வணு நிறமியாகும்]. இந் நிறமியின் எடையில் 96 விழுக்காட்டுக் கூறு குளோபினுல் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந் நிறமி நீரில் கரையக் கூடியது.

உயிரியம் கலந்த நீர்—சாராயம் (ஆல்ககால்) கலந்த கரைசல்களிலிருந்து உயிரியச் செவ்வணு நிறமியைப் பெற முடியும். இந்த நிறமியின் படிகங்களின் உருவம் விலங்கினங் களைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றது.

கீமோகுளோபினின் செவ்வணு நிறமியினுடைய கீமின் பகுதியின் வேதியிய லமைப்பை அறிய நென்ட்சுகியும் அவரது துணைவர்களும் நடத்திய ஆய்வுகள் உதவுகின்றன. பக்கச்

சங்கிலி கொண்ட நான்கு பைரால் (Pyrrole) வட்டங்களையுடைய பார்பைரினும், ஈரலகு எண்ணுடைய இரும்பு உயிரியையும் கொண்ட அமைப்பே கீமின் (Haemin) என்பதன் வேதியியல் அமைப்பாகும். உயிரிய மேற்றிய கீமின், கீமட்டின் (Haematin) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. நீரிய பாசியக அமிலத்தால் உயிரிய மேற்றிய கீமின் படிகங்கள் டெய்குமான் படிகங்களென அழைப்படுகின்றன (Teichmann crystals). இப் படிகங்களின் தனித்தோற்றத்தால் செவ்வணு நிறமிகள் இருப்பதைக் கண்டறிய முடியும். இந்த முறை சட்ட மருத்துவத்தில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அமின்கள், அமினோ அமிலங்கள், ஃகைடிரசின், பைரால், பிரிடின், நிக்கோடின் மேலும் புரதங்கள் முதலியவைகளோடு இந்த ஃகிம் கூட்டுப் பொருளாய் ஆகிறது. வண்ணப்பட்டை (Spectrum) யின் மஞ்சள் பச்சைப் பகுதியினை உறிஞ்சும் தன்மை இப் பொருட்களுக்கு இருப்பதால், இவைகளின் கரைசல்கள் கெட்டி நிறமுடையனவா யிருக்கின்றன. இவை பொதுவாகக் குருதி நிறமிகள் (Haemochromogens) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவைகளின் கரைசல்கள் மஞ்சள் நிறம் கலந்த மண்ணிறமாகவோ, சிவப்பு நிறமாகவோ இருக்கின்றன. செவ்வணு நிறமி ஒன்றின் அணுத்திரளில் நான்கு ஃகீமின் அணிகள் இருக்கின்றன. செவ்வணு நிறமியிலிருந்து பெறப்பட்ட உயிரிய செவ்வணு நிறமி, கரி உயிரிய செவ்வணு நிறமி, திரிபு செவ்வணு நிறமி முதலியன தனித்தனி வண்ணப் பட்டையைத் தருகின்றன. அதன் மூலம் இவைகளைக் கண்டு பிடிக்க முடியும். நீர்த்த அமிலங்களும், காரங்களும் செவ்வணு நிறமியுடன் கலக்கும்பொழுது அந் நிறமியிலிருந்து பிரியும் புரதமற்ற கூறு கீமோ குரோமோசன் என்றழைக்கப்பட்டது. நீர்த்த அமிலங்களையும், காரங்களையும் கலப்பதால் மட்டுமே



படம் 7. உயிரிய இரும்பக நிறமி, நீரிய இரும்பக நிறமி ஆகியவற்றின் நிறப்பட்டையில் உறுஞ்சுதல் பட்டைகள்

செவ்வணு நிறமியைப் புரதக் கூருகவும், புரதமற்ற கூருகவும் பிரிக்க முடியாது என்றும், கீமோ குரோமோசன் தன்னியல் பிழந்த புரதமும், ஃகீமும் கலந்த பொருள் என்றும் இப்பொழுது கூறுகிருர்கள்.

பல்வேறு விலங்குகளின்றும் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட செவ்வணு நிறமிகள் வேறுபட்டிருப்பினும், அவைகளின் ஃகீம் பகுதியின் வேதியியல் அமைப்பு ஒன்ருகவே இருக்கிறது. பல்வேறு விலங்குகளின் செவ்வணு நிறமிகள் அவைகளின் படிக உருவங்களிலும், வண்ணப் பட்டையில் அவை உறிஞ்சும் கதிர்த் தொகுதியிலும், உயிரியத்தோடு கூடும் ஆற்றலிலும் மாறுபடுகின்றன. வயது வந்தவர்களின் குருதியின் செவ்வணு நிறமி குழவியின் செவ்வணு நிறமியினின்றும் மாறுபடுகிறது. குழவியின் செவ்வணு நிறமியின் உயிரியக் கூட்டு, வயது வந்தவர்களுடைய செவ்வணு நிறமியின் உயிரியக் கூட்டினை விட வலிமை பொருந்தியது. இவ்வாறு செவ்வணு நிறமியின் இயல்புகள் மாறுபடுவதற்கு அதன் குளோபின் பகுதியே காரணமாகும்.

செவ்வணு நிறமி, உயிரியம் (Oxygen) போன்ற வளிகளுடன் மிக எளிதில் பிரிந்துவிடும் வகையில் கூட்டுச் சேரும் தனித் தன்மை பெற்றுள்ளது. உயிரியமும் செவ்வணு நிறமியும் சேர்ந்த கலவைக்கு உயிரிய செவ்வணு நிறமி (ஆக்சி கீமோ குளோபின் (—Oxyhaemoglobin) என்று பெயர். செவ்வணு நிறமியின் ஓர் அணுத்திரள் உயிரியத்தின் நான்கு அணுத்திரளோடு கூடுகிறது. அதாவது, செவ்வணு நிறமியில் இருக்கும் இரும்பு அணுக்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்துக் கூடுகிறது. செவ்வணு நிறமியில் உள்ள இரும்பு ஈரலகு எண்ணுடையதாக இருக்கிறது. செவ்வணு நிறமியும் உயிரியமும் சேர்ந்துள்ள கலவை மிக எளிதில் பிரிந்துவிடும் தன்மையுடையது. உயிரியத்தின் அடர்த்தி கூடுமாஞல் உயிரியச் செவ்வணு நிறமியின் அளவு உயர்கிறது. உயிரியத்தின் அடர்த்தி குறையுமாஞல் உயிரியமிழந்த செவ்வணு நிறமியின் (Reduced Haemoglobin) அளவு உயர்கிறது.

ஒரு கரைசலில் உயிரியத்தின் அடர்த்தி உயிரியத்தின் பகுதியழுத்தத்திற்கு (partial pressure) நேர் வீதத்திலிருப்பதால், (இப் பகுதி அழுத்தம், விசைவழுத்தம், விரிவழுத்தம் என அழைக்கப்படுகிறது) செவ்வணு நிறமியின் உயிரிய மேற்றுக் கொள்வது, உயிரியத்தின் விரிவழுத்தத்தைப் பொறுத்தே

இருக்கிறது. மேலும் இச் சமநிலை சூழ்நிலையின் வெப்பத்தைப் பொறுத்தும், கார–அமில நிலையைப் பொறுத்தும் மாறுபடுகிறது.

செவ்வணு நிறமியின் உயிரிய செவ்வணு நிறமியாக மாறும்பொழுது அதனுடைய ஒளியியல்பும் மாறுபடுகிறது (படம்7). உயிரியமிழந்த செவ்வணு நிறமியின் (Reduced Haemoglobin) வண்ணப்பட்டையின் மஞ்சள் பச்சைக் கதிர்களை உறிஞ்சுகிறது. இவ்விடம் இப்பட்டையில் *D-E* கோட்டிற்கு இடையே, 555 mμ அலைவரிசைக் கதிர்களே பெருமளவில் உறிஞ்சப்படுகின்றன. உயிரிய செவ்வணு நிறமியின் (Oxyhaemoglobin) வண்ணப்பட்டையில் *E*-கோட்டினை ஒட்டியும் (541 mμ), *D*-கோட்டினை ஒட்டியும் (557mμ) உள்ள கதிர்களை உறிஞ்சுகிறது. இக் கோடுகளுக்கு இடையே உள்ள கதிர்கள் உறிஞ்சப்படுவதில்லை. உயிரிய மேற்கும்பொழுது குருதிச் செக்கர் (Scarlet red) நிறமடைகிறது. உயிரியமிழந்தவுடன் மங்கிய வெளிர் செவ்வூதா (Lilac) நிறமடைகிறது.

உயிரியம் (Oxygen) கொண்டுசெல்வது மட்டுமன்றி குருதியின் அமிலக் காரநிலையை ஒரு நிலைப்படுத்தும் மாறுபாடு-தாங்கியாகவும் செவ்வணு நிறமி விளங்குகிறது. உயிரிய செவ்வணு நிறமி, செவ்வணு நிறமியைவிட அமிலத்தன்மை மிக்கது. எனவே, செவ்வணு நிறமி உயிரிய மேற்கும் பொழுது இரு கரியகை உப்புகளிலிருந்து கரி அமிலம் பெயர்ந்து வெளி வந்து விடுகிறது.

கரி - இரு - உயிரியை (Carbon-Di-Oxide)யுடன் கூடும் ஆற்றலும் செவ்வணு நிறமிக்கு உண்டு என்று ஐ. செகனேவ் என்பவர் கண்டறிந்தார்.

கரி-உயிரியை (Carbon Monoxide)யும், செவ்வணு நிறமியும் சேர்ந்த கூட்டுப்பொருளான, கரி உயிரியச் செவ்வணு நிறமி (Carboxy Haemoglobin), செவ்வணு நிறமியும், உயிரியமும் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருளான உயிரியச் செவ்வணு நிறமி (Oxy haemoglobin) யைப் பெருமளவில் ஒத்திருக்கிறது. இவைகளின் ஒளியியல்பு மிகமிகச் சிறிய அளவிலேயே வேறுபடுகிறது. செவ்வணு நிறமிக்கும், கரி உயரியைக்கு மிடையே நடைபெறும் வேதியியல் மாற்றங்கள் மாறிக் கொள்ளும் (reversible) தன்மையுடையது. செவ்வணு நிறமியில் கரி-உயிரியைக் கலக்கும் திறன் இவ் வளியின்

பகுதி யழுத்தத்தைப் (partial pressure) பொறுத்தே யுள்ளது. எனினும், கரி-உயிரியச் செவ்வணு நிறமி உயிரியச் செவ்வணு நிறமியினைவிட நிலையான கூட்டுப் பொருளாகும். உயிரியச் செவ்வணு நிறமி, கரி உயிரியச் செவ்வணு நிறமியினைவிட 300 மடங்கு விரைவாகப் பிரிந்துவிடும் தன்மையுடையது. எனவே, 0·07% நிலக்கரி ஆவியும், 20.8% உயிரியமும் கலந்த காற்றினை உள்ளிழுத்தால் தமனிகளிலுள்ள குருதியின் செவ்வணு நிறமியில் ஒரு பகுதி உயிரியச் செவ்வணு நிறமியாகவும், ஒரு பகுதி கரி-உயிரியச் செவ்வணு நிறமியாகவும் மாற்றப்படுகிறது. நிலக்கரி ஆவியின் அளவு சற்று மிகுந்தால் ஏறக்குறைய செவ்வணு நிறமி திசுக்களுக்கு உயிரியத்தைக் கொண்டுசெல்ல இயலாது போகின்றது. கரி உயிரியை உடலுக்கு எவ்வாறு தீங்கு விளைவிக்கிறது என்பது இங்கு தெளிவாகிறது. உயிரியமிழந்த செவ்வணு நிறமியும், உயிரியச் செவ்வணு நிறமி, கரி-உயிரியச் செவ்வணு நிறமி ஆகியன போன்றே ஈரலகு எண்ணுடைய Fe^{++} இரும்பு சேர்ந்த ஃகீம் (Haem) கொண்டுள்ளது.

வெடியுப்பு ஃபெறிசயனைடு (Potassium ferricyanide), நைட்ரைட்டுகள் (Nitrites) போன்ற பொருட்களுடன், ஃகீம் இரும்பு, மூவலகு எண்ணுடையதாக (Fe^{+++}) மாற்றப்படுகிறது (ஃபெறிக் ஆக்சைடு). இச் செவ்வணு நிறமப்பொருளைத் 'திரிபுச் செவ்வணு நிறமி' (Methaemoglobin) என அழைக்கிறார்கள். இந் நிறமி குருதியைச் சாக்லேட் நிறமடையச் செய்கிறது. இவ் வேதியியல் மாற்றத்தைக் கீழ்க் கண்ட சமன் தொடராலும் காட்ட இயலும்.

உயிரியச் செவ்வணு நிறமி + நீர் } → { திரிபு செவ்வணு நிறமி +
வெடியுப்பு-இரும்பு-சையனைடு நிறமி } → { உயிரியம் + குருதி மஞ்சள் உப்பு.

$$[HbO_2 + H_2O + K_3Fe\,(CN)_6 \rightarrow HbOH + O_2 + K_3HFe\,(CN)_6]$$

திரிபுச் செவ்வணு நிறமி (Methaemoglobin) உயிரியத்தை மாற்றிப்பெற வியலாது. எனவே, இந் நிறமியால் உயிரியத்தைக் கொண்டுசெல்ல இயலாது. ஒரு விலங்கின் உடலில் குறிப்பிட்ட அளவு, திரிபுச் செவ்வணு ஏற்படுத்தும் (methaemoglobin producing) பொருட்களைச் செலுத்துவதன் மூலம் அவ் விலங்கினை அழித்துவிட முடியும். எனினும், ஒரு பகுதிச் செவ்வணு நிறமி திரிபு அடைந்த சில நாழிகைகளுக்கு, திரிபுச் செவ்வணு நிறமி மீண்டும் செவ்வணு நிறமியாக மாற்றப்படுகிறது. இம் மாற்றம் சில நொதிகளால் செயலாக்கப்

படுகிறது. குளுகோசு இலாக்டிக் அமிலம் இவை எரிவதால் ஏற்படும் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தியே இம் மாற்றம் நடைபெறுகிறது.

ஃகைடிரோசயானிக் அமிலத்துடன் (Hydrocyanic Acid) இணைந்து சயான திரிபுச் செவ்வணு நிறமியாக மாறும் ஆற்றல், இத் திரிபுச் செவ்வணு நிறமியின் பண்புகளில் ஒன்றாகும். விலங்குகளின் குருதியில் ஒரு பகுதி திரிபுச் செவ்வணு நிறமியாக மாற்றப்பட்டிருந்தால் அவ்விலங்குகள் மற்ற விலங்குகளைக் காட்டிலும் ஃகைடிரோ சயானிக் அமிலம் ஏற்படுத்தும் நச்சு நிலையை எதிர்க்கும் ஆற்றலை மிகுதியாகப் பெற்றிருக்கும்.

இந் நிறமியுடன் இணையும் உயிரியத்தின் அளவினைக் கொண்டும், இந் நிறமியிலுள்ள இரும்பின் அளவினைக் கொண்டும் இந் நிறமியின் அளவு கணக்கிடப்படுகிறது. மேலும், நிற அளவை (Colori metric) முறைப்படி செவ்வணு நிறமியாலும், அன்றி, ஃகீமாடின் என்ற பொருளாலும் ஏற்படும் நிறத்தின் செறிவை அளப்பதன் மூலமும் செவ்வணு நிறமியின் அளவினைக் கணக்கிட முடியும்.

முதல் முறைப்படிக் கணக்கிடுதல்: காற்றுடன் கலந்து குருதியைக் குலுக்குவதன் மூலம், செவ்வணு நிறமி, உயிரியச் செவ்வணு நிறமியாக மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் வெடியுப்பு-இரும்பு-சயனைடினைக் கலந்து திரிபுச் செவ்வணு நிறமியாக உயிரியச் செவ்வணு நிறமி மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு செய்வதன் மூலம் இணைந்திருந்த உயிரியம் வெளியேற்றப் படுகிறது. வெளியேறும் உயிரியத்தின் அளவினை வான் சிலைக்கின் (Van Slyki's) அல்லது பார்க்கிராஃப்ட் (Barcroft)டின் கருவியைப் பயன்படுத்தி அறியமுடியும். 0°C வெப்ப நிலையில் 760 மி.மீ. அழுத்தத்தில் 1.34 மிலி. உயிரியம், 1 கிராம் செவ்வணு நிறமிக்குச் சமமாகிறது.

இரண்டாவது முறை: இம் முறை மிக எளிதான முறையாகும். இம் முறைக்குச் சாலி (Sahli) முறை என்று பெயர். நுண்ம வடிவளவைத் (micropipette) துணை கொண்டு 20 க.மி.மீ. குருதியை எடுத்து ·1 நீரிய-பாசியகை அமிலத்தின் 5 அல்லது 6 துளிகளால் நீர்த்து சாலியின் குழலில் விட வேண்டும். இதனால் செவ்வணு நிறமி, குளோபினாகவும், ஃகீம் ஆகவும் பிரிந்து விடுகிறது. இவ்வாறு பிரிந்த ஃகீம் (Haem) உயிரியத்துடன் இணைந்து ஃகீமாடின் ஆக மாறும். இதனால் கரைசல் வெளியேறி மண்ணிறமடைகிறது. இந் நிறத்தைத்

தரப்படுத்தப்பட்டுள்ள கரைசலின் நிறத்தோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவேண்டும். தரப்படுத்தப்பட்ட (standardised) கரைச லோடு ஒத்த நிறம் வரும்வரைக் கரைசலை நீர்த்து விட வேண்டும். ஆய்வுக்குரிய குருதியில் செவ்வணு நிறமி மிகுந் திருப்பின் மிகுதியாக நீர் கலக்கவேண்டும். சாலியின் குழல் குழம்பின் அளவினைக்கொண்டு நூற்றுக்கு இத்துணை விழுக்காடு என்று காட்டும் முறையில் குறியிடப்பட்டுள்ளது. இம் முறைப்படி 100% செவ்வணு நிறமி, 100 மி. லி. குருதியில் 17.3 கி. செவ்வணு நிறமியின் எடைக்குச் சமமாகும். பெரும்பாலோரிடத்தில் செவ்வணு நிறமியினளவு குறைவாகவே இருக்கிறது (80%-90%). சாலியின் முறைப்படி கணக்கிடும் போது 100 மி.லி. குருதியில் 14-16 கிராம் செவ்வணு நிறமியே இருக்கிறது.

வெள்ளணுக்களும் உறைவணுக்களும்
(Leucocytes and Thrombocytes)

வெள்ளணுக்கள் : வெள்ளணுக்களின் எண்ணிக்கை செவ்வணுக்களின் எண்ணிக்கையைவிட மிக மிகக் குறை வாகும். 1 க.மி.லி. குருதியில் 5,000—8,000 வெள்ளணுக்களே உள்ளன. செவ்வணுக்களைக் கணக்கிட்டது போலவே குருதியணு அளவை (Haemocytometer)யைப் பயன்படுத்தி வெள்ளணுக்களும் கணக்கிடப்படுகின்றன. வெள்ளணுக்களை எண்ணுவதற்கு, 1:10 என்ற வீதத்தில் நீர்க்கப்படுகிறது. எண்ணுவதற்குத் துணை செய்ய, நீர்க்கும் கரைசலில் 3% அசீட்டிக் அமிலம் (Acetic acid) கலக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த அமிலம் செவ்வணுக்களைச் சிதைத்து விடுவதால் வெள் ளணுக்களை எண்ணுவது எளிதாகிறது.

உருவம், அளவு உட்கருவிற்கும், நுண்ணிய பொருளுக்கும் (Cytoplasm) இடையே உள்ள விகிதம் உட்கருவின் அளவு, வண்ணம் தோயும் தன்மை இவற்றால் வெள்ளணுக்கள் மாறுபடுகின்றன. குருணையணுக்கள் (Granulocytes) என அழைக்கப்படும் அணுக்கள் மூன்று வகையாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. நொதுமல் (Neutrophil), ஈயோசினே அணு (Eosinophil), நீல அணு (Basophil) என்று மூன்று வகைப்படு கின்றன.

குருணையற்ற அணுக்கள் (Granulo cytes) சிறு, பெரு நிண அணுக்களையும் (Lymphocytes), ஒற்றணுக்களை (Monocytes)யும் குறிப்பதாகும்.

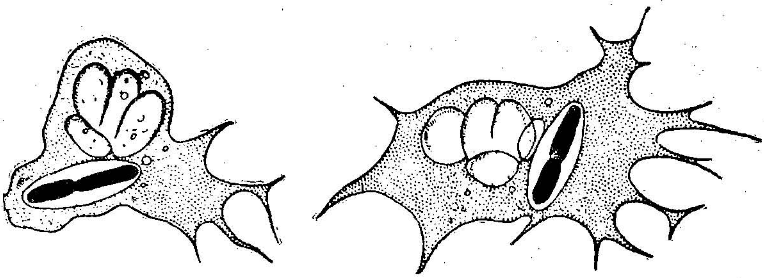
நிணநீர் அணுக்கள் (Lymphocytes), ஒற்றணுக்கள் (Monocytes) ஆகியவை நிணக்கணக்களிலும் (Lymph nodes) மண்ணீரலிலும், குருணை அணுக்கள் (Granulo cytes) எலும்புச் சோற்றிலும் உருவாகின்றன. இந்த அணுக்கள் நீண்ட காலம் வாழுவதில்லை; சில நாட்கள் வாழ்கின்றன. இவ்வணுக்களின் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் குறுகிய கால உயர்வு, வெள்ளணுப் பெருக்கம் (Leucocy tosis) என அழைக்கப் படுகிறது. இவ்வாறு வெள்ளணு பெருகுவது உணவு உண்டவுடனும் (செரிமான வெள்ளணுப் பெருக்கம்), உடற் பயிற்சிக்குப் பின்னரும் மேலும் உடனடி அழற்சிகளிலும் ஏற்படுகிறது. இப் பெருக்கம் நடுநரம்பு மண்டலத்தின்கீழ் இயங்கிவருகிறது. வெள்ளணுக்களின் எண்ணிக்கை பெருமளவில் நிலையாக உயர்ந்திருக்கும் நோய்க்கு வெள்ளணு மிகுநிலை (Leukaemia) என்று பெயர். சில நோய்களில் எடுத்துக் காட்டாகக் குடற் காய்ச்சலில் (Typhoid fever) வெள்ளணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைந்துவிடுகிறது. இந் நிலைக்கு வெள்ளணுக் குறைநிலை (Leucopenia) என்று பெயர்.

நோய்நிலைகளில், வெள்ளணுக்களின் மொத்த எண்ணிக்கை மட்டுமின்றி, பல்வேறு அணுக்களின் எண்ணிக்கையும் வேறுபடுகின்றது. பல்வேறு அணுக்களிடையே உள்ள தொடர்பினையறிய உதவும் பல்வேறு அணுக்கணிப்பு, நோய் முதல்அறியப் பெருந்துணை புரிகிறது. குடற்புழுக்கள் போன்ற ஒட்டுயிர் பற்றிய நிலைகளில், ஈயோசின் அணுக்களின் எண்ணிக்கை உயர்கிறது. சில வன்கழலைகளிலும், குருதி நோய்களிலும் இள அணுக்களும் தோன்றுகின்றன.

வெள்ளணுக்களின் பணி: உடலில் இவை ஆற்றும் பணி முழுமையும் இன்னும் அறியப்படவில்லை. பல பொருட்களைப் பிரிக்கும் ஆற்றல் பெற்ற நொதிகள் (Enzymes) இவ்வணுக்களில் இருக்கின்றன. குருதியிலும் திசுக்களிலும் நுழையும் நுண்ணுமங்கள் (Bacteria), புறப்பொருட்கள் முதலியவைகளிலிருந்து உடலைக் காப்பதே இவ் வெள்ளணுக்களின் தலையாய பணிகளில் ஒன்றாகும். சிதையும் திசுக்களிலிருந்து சிதறி வரும் துகள்களை உட்கொண்டுச் செரித்து உடல் திசுக்களைச் செப்பனிடும் பணியையும் வெள்ளணுக்களே செய்து வருகின்றன.

குருதியோட்டத்தால் இழுத்துச் செல்லப்படுகின்ற செவ்வணுக்களைப் போலன்றி, வெள்ளணுக்கள் தனி இயக்க ஆற்றல் பெற்றவை. ஒவ்வொரு வெள்ளணுவும் தந்துகிகளின்

சுவர்களோடு ஒட்டுவதையும், பின்னர் உள்ளுறை நுண்ணியங்களின் இணைப்புகள் வழியே ஊடுருவித் திசுக்களுக்குச் செல்வதையும் ஒளி ஊடுருவும் திசுக்களில் உருப்பெருக்கியின் துணைகொண்டு தந்துகிகளைப்பற்றி அறியும் ஆய்வுகளின்போது காணலாம். புறப்பொருட்கள் உடலில் புகுமானால் வெள்ளணுக்கள் குருதிக் குழல்களிலிருந்து வெளிவந்து அப் பொருட்களை நோக்கிச் செல்கின்றன. புறப்பொருட்கள் சிறியதாக இருப்பின் வெள்ளணுக்கள் அவைகளை உட்கொண்டு விடுகின்றன.



படம் 8. தவளையின் வெள்ளணுக்கள் நோய் நுண்ணுயிர்களை விழுங்குதல்

வெள்ளணுக்கள் நொதிகளின்மூலம் அப் பொருட்களைச் செரிக்க இயலுமா வென்பதைப் பொறுத்தே அதன் பின் நிகழ்வுகள் இருக்கின்றன. இச் செரித்தல் புரதம், கொழுப்பு, இறந்த நுண்ணியங்கள் மட்டுமன்றி, நுண்ணுமங்களையும் அழிக்கிறது. வெள்ளணுக்கள் இவ்வாறு புறப் பொருட்களை விழுங்கிச் செரிக்கும் ஆற்றலைப்பற்றிய ஆய்வுகளுக்குப் பெருந்துணையாக இருந்தவர் ஐ. மெச்னிகாவ் என்பவராவர். இறந்துபட்ட உயிருள்ள பொருட்களை உட்கொள்ளும் நுண்ணியங்களை விழுங்கு நுண்ணியங்கள் (Phagocyte) என்றும் இவர் பெயரிட்டார். நோய் நுண்ணுமங்கள் விழுங்கப்பெற்று அழிக்கப்பெற்றவுடன், உடல் இந் நுண்ணுமங்களால் அடைந்த நோயினின்று விடுபடுகிறது. இது பிணிகாப்புத்திறனு (immunity) க்குத் துணை நிற்கிறது. குருதி வெள்ளணுக்கள் மட்டுமன்றி, மண்ணீரல், கல்லீரல் (காபூர் நுண்ணியங்கள்) போன்ற உறுப்புகளில் உள்ள வலையமை உள்ளுறைத் திசு நுண்ணியங்களும் நுண்ணுமம் விழுங்கும் ஆற்றல் பெற்றவைகளே.

கரையாத சாயங்கள், நிலக்கரி ஆகியவற்றின் துகள்கள், வெள்ளணுக்களால் உட்கொள்ளப்படும்பொழுது,

அப்பொருட்களை வெள்ளணுக்களால் செரிக்க இயலாது. அப்பொழுது வெள்ளணுக்கள், திசுக்களின் (தோல், சளிப்படலம் போன்ற) மேற்பரப்பினை யடைகின்றன. இங்கு இவ்வணுக்கள் உட்கொண்ட பொருட்களுடன், உரியும் நுண்ணியங்களோடு சேர்த்து வெளியேற்றப்பட்டுவிடுகின்றன. இதற்கு மாறாக, புறப் பொருட்கள் அளவில் பெரிதாகவும், நச்சுக்களை உருவாக்குவனவாகவும் இருந்தால் அவைகளைச் சூழும் வெள்ளணுக்கள் சிதைவுறுகின்றன. இதனால் வெளியேறும் நொதிகள் சுற்றிலுமுள்ள திசுக்களை அழித்துவிடுகின்றன. அவ்விடத்தில் ஒரு சீழ்க்கட்டி (abscess) உருவாகிறது.

வெள்ளணுக்கள் உடலைக் காப்பதோடு மட்டுமன்றி செப்பனிடும் பணியிலும் பங்கேற்கின்றன என்று மெச்னிகாவ் என்பவர் நிறுவினார். இறந்துபடும் நுண்ணியங்கள் விழுங்கு நுண்ணியங்களால் விழுங்கப்பட்டு விடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக தலைப்பிரட்டை தவளையாக மாறும்பொழுது, விழுங்கு நுண்ணியங்கள் வால் பகுதியில் வந்து குவிகின்றன.



மெச்சினிகாவ்

குவிந்தபின் வாலில் உள்ள தசைநார்களையும், நுண்ணியங்களையும் செரித்துவிடுகின்றன. திசுக்களுக்கு ஊறு ஏற்பட்டபோதும், தீப்புண் பட்டபோதும், ஊறு ஏற்பட்ட இடம் நோக்கி வரும் வெள்ளணுக்கள் அழிந்துபோன திசுக்களின் எச்சங்களை (remains) உட்கொண்டு நீக்கிவிடுகின்றன. ஊறு ஏற்பட்ட இடம் நோக்கி வெள்ளணுக்கள் செல்வதற்கு ஊறுபட்ட திசுக்களிலிருந்து வெளிவரும் வேதியல் பொருளே காரணமாகும். இவ்வாறு வெள்ளணுக்கள் செல்வதற்கு, வேதிக் கவர்தல் (Chemotaxis) என்றுபெயர். மேலும், உணவுப் பொருட்களை உறிஞ்சுவதிலும், அவைகளைக் கொண்டு செல்லும் முறைகளிலும் இவ்விழுங்கல் நிகழ்ச்சி பங்கு கொண்டிருக்கலாம் என்று எண்ணப்

படுகிறது. ஏனெனில், செரித்தலின்போது உணவுப் பாதையின் சளிப்படலத்தில் வெள்ளணுக்கள் மிகுதியாகக் காணப்படு கின்றன.

உறைவணுக்கள் : எளிதில் சிதைந்துவிடும் சிறு சிறு தகடு போன்ற அணுக்களே உறைவணுக்கள் (Thrombocytes); குருதித் தகடுகள் (Platelets) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. பெருங்கருவணுக்கள் எனப்படும் பேருருக் கொண்ட நுண்ணியங்கள் சிதைவுறும்போது உருவாகும் உறைவணுக்கள் பாலூட்டிகளின் குருதியில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. பறவைகள், தாழ்ந்த முதுகெலும்பினங்கள் முதலியவைகளில் இவ் வணுக்கள் காணப்படுவதில்லை. 1 மிலி குருதியில் 400,000 உறைவணுக்கள் உள்ளன. இந்த உறைவணுக்களில், உறை வூக்கிகள் (Thrombokinase) மிகுந்திருக்கின்றன. இவ் வுறை வணுக்கள் குருதிக் குழல்களுக்கு ஏற்படும் ஊறுகளிலும் குருதி யொழுக்கின்போதும் எளிதில் சிதைந்து விடும்.

இந்த உறைவணுக்களை மையமாகக் கொண்டே குருதி உறைவு தொடங்குகிறது. மண்ணீரல் இந்த உறைவணுக்களைச் சிதைக்கின்றது. சில நோய்களில் உறைவணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைந்துவிடுகிறது. இந் நிலையை உறைவணுக் குறை நிலை (Thrombopenia) என்று அழைக்கிறார்கள். இந்த உறைவணுக்கள் மிகக் குறைந்துவிட்டால் குருதியின் உறைவுக் காலம் நீட்டித்துவிடும்.

7. குருதி அமைப்பின் ஒழுங்கு

குருதிச் சேர்க்கை ஒழுங்கமைப்பு

குருதி ஒரு குழம்புத் திசு. அது உடல் முழுவதும் ஓடி அனைத்து உறுப்புக்களிடையே நீர்க்கூறுத்(humoral)தொடர்பை ஏற்படுத்துகிறது. குருதிச் சேர்க்கையின் மாறுபாடுகள், வளர்சிதை நிகழ்வையும், உறுப்புகளின் பணிகளையும் மிகுந்த அளவு கட்டுப்படுத்துகின்றன. சத்துப் பொருட்கள், உயிரியம் திசுக்களுக்குச் செல்வதும், வளர்சிதை மாற்றங்களின் தீது விளைக்கும் தேவையில்லாத பொருட்களைத் திசுக்களிலிருந்து விலக்குவதும்கூடக் குருதிச் சேர்க்கையின் தன்மையைப் பொறுத்துள்ளது. விலங்குகளின் உடலமைப்பு எத்துணையளவு வளர்ச்சி பெறுகிறதோ அவ்வளவு அவற்றின் இன்றியமையாத உறுப்புகள் (மூளை, இதயம், கல்லீரல் மற்றும்) எளிதில் குருதிச்சேர்க்கையின் மாறுதலால் பாதிக்கப்படும். இந்தக் கருத்தை 70 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே கிளார்டு பெர்னார்டு (Claude Bernard) உணர்ந்து, 'அகச் சூழலின் நிலைத்த தன்மையே உயிர்களின் நல்வாழ்வுக்கு அடிப்படை' என்று கூறினார். இந்த நிலைத்த அகச் சூழல் (Constancy of internal environment) நுண்ணியங்களும், அவற்றின் புற அமைப்புகளும் (Extracellular structures) உயிர்த்திருக்கத் தேவையான குருதி, நிணம், திசுநீர் ஆகியவற்றின் நிலையான புறவேதியியல் (Physico-chemical) பண்புகளைக் குறிக்கும். அணுத்திரள் மொத்த அடர்த்தியும், அதன் தொடர்பான சவ்வூடு அழுத்த அளவும், மின்பகு பொருட்களின் மொத்த அடர்த்தியும், தனித்த அயனிகளின் அடர்த்தியும், அமில-கார சமநிலையும் (acid-base balance) சத்துப் பொருட்களின் அமைப்பும், இடைப்பட்ட, இறுதியான வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்களும் குருதியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் நிலை நிறுத்தப்படுகின்றன. இந்த அளவு மிகக் குறைந்த அளவில்

வேறுபடலாம். அகச்சூழல் மாருத்தன்மை, படிமலர்ச்சியின் போது தோன்றிய குருதிச் சேர்க்கையை நிலை நிறுத்தும் செயல் முறைகளால் (mechanism) நிலைநிறுத்தப்படுகிறது. விலங்குகளின் உடலமைப்பு முதிர்ச்சிக்கு ஏற்ப, மாரு அகச் சூழலும் நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. நிலைத்த குருதிச் சேர்க்கையும், அதன் பண்புகளும் நரம்பு மண்டலத்தின் பணிகளால் கட்டுப் படுத்தப் படுகின்றன.

நரம்பு மண்டலம் தன்னுடைய பணிகளால், சத்துப் பொருட்கள் குருதியில் சேர்வதையும், வளர்சிதை மாற்றங்களின் பொருட்களைக் குருதியிலிருந்து சூழ்ந்திருக்கும் ஊடகத்தினுள் விலக்குவதையும், குருதியும் திசுவும் பொருட்களைத் தம்முள் மாற்றிக்கொள்வதையும், திசுக்களின் வளர்சிதை நிகழ்வையும், குருதி மூலகங்கள் பெருக்கமடைவதையும் கட்டுப் படுத்துவதன் (influences) மூலம் திட்டமான குருதிச் சேர்க்கையையும் (composition), அதன் பண்புகளையும் நிலை நிறுத்துகிறது. இதனுல் சில அயல் நாட்டு அறிஞர்கள் கூறியதைப்போல் கிளார்ட் பெர்னுர்டின் ‘உடல் அகச்சூழலே மிக இன்றியமையாதது’ என்ற கோட்பாடு பொருந்தாது. புறவயங்கள் (external influence) மூச்சு விடுதல், வியர்த்தல் (perspiration), சிறுநீர்ப் பெருக்கம், வளர்சிதை மாற்றம் போன்ற பணிகளில் மாறுதல்கள் விளைவிப்பதன் மூலம் குருதிச் சேர்க்கையிலும், அதன் பண்புகளிலும் மாற்றம் செய்யு இயலும். ஆனுல், இந்த மாற்றங்களால் நிகழும் மறுவினைச் செயல்கள் நடுநரம்பு - மண்டலத்தின் மூலம் குருதிச் சேர்க்கையில் ஏற்படும் மாறுதல்களை ஒழுங்கு படுத்துகின்றன.

குருதிச் சேர்க்கையிலும், அதன் பண்புகளிலும் நிகழும் மாறுபாடுகள், குருதியில் கலக்கும் சத்துப் பொருட்கள், குருதியால் எடுத்துச் செல்லப்படும் வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் ஆகியன பல்வேறுபட்ட உடலியங்கு அமைப்புகளின் பணிகளை மிகுந்த அளவு கட்டுப்படுத்துகின்றன. இது போன்ற மாறுபாடுகள் நடுநரம்பு மண்டலத்தையும் தாக்குகின்றன. அதன் மூலம், பல்வேறு உறுப்புகளின் பணிகளில் நேரடிக் கட்டுப்பாட்டின் மூலமும், குருதிச் சேர்க்கையின் தன்மையை மாற்றுவதன் மூலமும் மாறுதல்களை உண்டாக்குகின்றன. சில ஆற்றல் மிகுந்த பொருட்களும், உள்ளுறை சுரப்பிகளின் நீர்மங்களும் (Hormones) இவைகளில் மிகவும் இன்றியமையாதனவாகும்.

செவ்வணுக்கள் உருவாதலும், வளர்சிதை மாற்றமும், வாழ்க்கை முறையும்

(Metabolism of Erythrocytes, Their Formation and Longevity)

தாழ்ந்த முதுகெலும்பு விலங்கினங்களின் முதிர்ந்த செவ்வணுக்கள், கருவையும் (nucleus) உயிரிய (oxidative) வளர்சிதை மாற்ற ஆற்றலையும் உடையதாக இருக்கின்றன. பாலூட்டிகளின் செவ்வணுக்களில் கரு இல்லை. அவைகள் உயிரியத்தை உட்கொள்ளுதலும் இல்லை. அதன் வளர்சிதை மாற்றங்கள் 'கிளைகோசின் சிதைதலால்' அதாவது சர்க்கரை, பாசுவேட்டுகளின் உதவியால் லேக்டிக் அமில மாகப் பகுக்கப்படுவதன் மூலம் நடைபெறுகின்றன. வளர் சிதை மாற்ற இடைப்பட்ட விளைவுகட்குத் (reactions) தேவையான நொதிகளுடன் (enzymes) செவ்வணுக்கள், பாசுபட்டேசு, கோலின் எசுட்ரேசு (cholinesterase), கேட்டலேசு (catalase) போன்ற நொதிகளையும் உடையன. 6–பாசுபட் டேசும், 3–பாசுபேட்டும் (hexosophosphates and triosophosphates) மற்றும் அடினேசின் 3-பாசுபாரிக அமிலமும் (adenosine triphosphoric acid) 'கிளைகோசின் சிதைதலின்' போது தொடர்ச்சியாகப் புதுப்பிக்கப்படுகின்றன. கதிரியக்க பாசுவரசு மூலம் செவ்வணுக்களின் கொழுப்புப் பாசுவரசும் புரதப் பாசுவரசும் மெதுவாகப் புதிப்பிக்கப்படுவது கண்டு அறியப்பட்டது (விளாடிமிரோவும், அவர் குழுவினரும் – G. Vladimirov and associates) இப்படியாக மனிதனின், உயிர் விலங்கினங்களின் கரு இல்லாத சிவப்பணுக்கள் கூட வழக்க மான வாழ்வியல் வளர்சிதை மாற்ற நிகழ்ச்சிகளை உடையன என்பதையும், அதன் நுண்ணிய பகுதிகள் புதுப்பிக்கப் படுவதையும் கண்டறியலாம்.

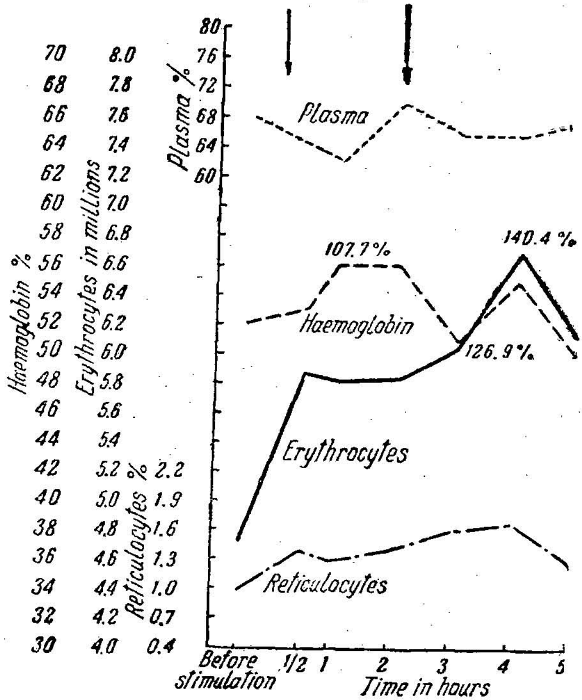
கரு (embryo) வளர்ச்சியின் தொடக்க நிலைகளில் செவ் வணுக்கள் உயிரகப் பையின் (allantoic sac) மீசன்கைமிலிருந்து (mesenchyme) உருவாகின்றன. புற நுண்ணியங்களிலிருந்து குருதிக் குழாய்களின் சுவர்கள் உருவாகும். அதே நேரத்தில் செவ்வணுக்கள் மீசன்கைமின் உட்பகுதிகளில் இருந்து உருவாகின்றன. இந்தக் குழாய்கள் வலையாகப் பின்னப் பட்டு, இதயத்துடனும், கோரியானின் குழாய்களுடனும் (chorion) சேர்க்கப்படுகின்றன. செவ்வணுக்கள் கருவுடன் கூடிய பெரிய நுண்ணியங்களாக (erythroblasts, megaloblasts) உருவாகும். கருவளர்ச்சியின் நான்காம் மாத இறுதியில் குருதிப் பெருக்கம் இம் முறையிலிருந்து மாறுபடும்.

இரண்டாவது, மூன்றுவது மாதங்களில் குருதி கல்லீரலிலும், பின்பு மண்ணீரலிலும் உருவாகிறது. இந்த உறுப்புகளிலிருந்து கரு இல்லாத செவ்வணுக்கள் உருவாகும். ஐந்தாவது மாதத்திலிருந்து குருதி 'எலும்புச் சோறிலிருந்து' (bone-marrow) உருவாகத் தொடங்கும்.

இளைஞர்களில் (adult) சிவப்பணுக்கள் எலும்புச் சோறிலிருந்து மட்டுமே தோன்றுகின்றன. எலும்புச் சோறின் விரிவான தந்துகிகள் ஓரளவு வளரா செவ்வணுக்களையும் (erythroblasts), கருவுடன் கூடிய நுண்ணியங்களையும் கொண்டிருக்கின்றன. கருவுடை நுண்ணியங்களில் இருந்து முதலில் செவ்வண்ணப் புரதமுடைய (haemoglobin) கரு நுண்ணியமும், பின்னர் கருவை இழந்து கருவற்ற செவ்வணுக்களும் (anuclear) உருவாகும். குருதிப் பெருக்கம் மிகுதியானல் குருதியில் கலக்கும் சிவப்பணுக்களின் முதிர்ச்சி வேகம் குறைந்து, முதிராத கருவுடன் கூடிய சிவப்பணுக்கள் கலக்க ஏதுவாகும். தேவையான அளவு புரதச்சத்தும், வைடமின் B_{12}, பைரிடாக்சின் (pyridoxine), ஃபோலிக் அமிலம் (folic acid) போன்ற வைடமின் ஊட்டங்களும் உடலுக்குக் கிடைக்காவிட்டால் குருதிப் பெருக்கம் தடைப்படும் (32ஆம் பகுதியைப் பார்க்க).

செவ்வணுக்களின் சராசரி வாழ்கைக் காலத்தை அடையாள அணுக்கள் (tracer atoms) மூலம் மதிப்பிடலாம்.

செவ்வணுக்களில் இருக்கும் செவ்வண்ணப் புரதம் புதுப்பிக்கப்படாமல் குருதி ஓட்டத்திலிருந்து செவ்வணுக்களுடன் அப்படியே வெளியேற்றப்படுகிறது. ஃகீமின் (haem) செம்பொருள் வட்டத்தின் (porphyrin ring) பைரோல் (pyrrole) குழு உருவாவதற்காக, கிளைககால் (glycocol) பயன்படுத்தப் படுகிறது. உணவில், பழுவான அவிய(N^{15}) ஐசோடோப்புடன் (isotope of nitrogen) நிரம்பக் கோர்த்த கிளைககாலைச் சேர்த்தால், எலும்புச் சோறிலிருந்து உருவாகும் செவ்வணுக்களின் செவ்வண்ணப் புரதத்தின் ஃகீமில் அந்த ஐசோடோப்பைப் பார்த்துணரலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் ஃகீமில் எவ்வளவு பழு அவியம் (isotope) இருக்கின்றதென்பதை அளப்பதன் மூலம், உட்கொண்ட கிளைககால் குருதியில் தங்கியிருந்தகாலை, எவ்வளவு காலம் சிவப்பணுக்கள் உருவாயின என்பதைக் கண்டறியலாம். இந்த முறையைப் பயன்படுத்தி, மனிதச் சிவப்பு அணுக்கள் 120-நாட்கள் வாழ்கின்றன என்பதைக் கண்டறிய முடிந்தது. அதாவது, முதலில் நம்பி



படம் 9. பூனையின் இரப்பையிலுள்ள உறுப்பிடை ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதால், (அம்புக் குறிகள் தொடக்கத்தையும் முடிவையும் குறிக்கின்றன) பிசிதம், இரும்பக நிறமி, செவ்வணுக்கள், இளஞ் செவ்வணுக்கள் ஆகியவற்றின்

அளவுகளில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்.

உறுப்பிடை ஏற்பிகள் காற்றடைத்த இரப்பர் பலூனை இரைப்பைக்குள் (Fistula) புரை வழியாகச் செருகுவதன் மூலம் தூண்டப்பட்டன (செர்னிர்கோவிசுகி, யாரோ செவிசுகி V. chernigovsky and A. Yaroshevsky).

Haemoglobin%	—	இரும்பக நிறமி%
Erythrocytes in millions	—	செவ்வணுக்கள் மில்லியனில்
Plasma%	—	பிசிதம்%
Reticulocytes	—	இளஞ் செவ்வணுக்கள்
Erythrocytes	—	செவ்வணுக்கள்
Haemoglobin	—	இரும்பக நிறமி
Before stimulation	—	தூண்டும் முன்னர்
Time in hours	—	காலம் மணிகளில்

யிருந்த (3 அல்லது 4 வாரம்) காலத்துக்குமேல் அது வாழ்கிறது. செவ்வணுக்கள் அழிக்கப்படும்பொழுது செவ்வண்ணப் புரதமும் அழிக்கப்படுகிறது. ஃகீமின் மூலப் பொருட்கள், பித்த வண்ண நிறமிகளான பொருட்களான (bile pigments) பிலிரூபின், பிலிவெர்டினுக (bilirubin and biliverdin) மாற்றப் படுகின்றன.

சிறிது காலத்துக்குச் சேமிக்கப்பட்ட குருதியின் செவ் வணுக்களைக் காக்க இயலும். குருதியைக் காக்க பல்வேறு ஊடகப் (media) பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றில் உப்புப் பொருட்கள், சர்க்கரை, உவர்ம சிட்ரேட்டு (sodium citrate) போன்றவை குருதி உறைதலைத் தடுக்கின்றன. சில நுண்ணுயிர் முறிகள் (anti-septics) நோய் நுண்ணுயிர்கள் வளர்வதைத் தடுக்கின்றன. குருதி, குறைந்த வெப்பத்தில் வைக்கப்படுகிறது (4—6°*C*). பல பாதுகாப்பு முறைகளையும் கடந்து, குருதி மெல்லத் தன்னியல்பிலிருந்து மாறுபடுகிறது. குளுகோசு உட்கொள்ளப்படுவதால் லேக்டிக் அமில அளவு உயர்கிறது. குருதி, மிகுந்த அமிலத் தன்மையடைகிறது. பொட்டாசியம் (potassium) செவ்வணுக்களிலிருந்து பிசிதத்திற்குள் (plasma) செல்வதால் சிவப்பணு அழிவு (haemolysis) தொடங்குகிறது. சேமித்துவைக்கப்பட்ட குருதி ஒன்று முதல் ஒன்றரை மாதங்கள்வரை மாறிக் கலக்க (transfusion) ஏதுவானதாகும்.

குருதி அணுக்களை உருவாக்கும், பரப்பும், அழிக்கும் உறுப்புகளின் செயல் கட்டுப்பாடு

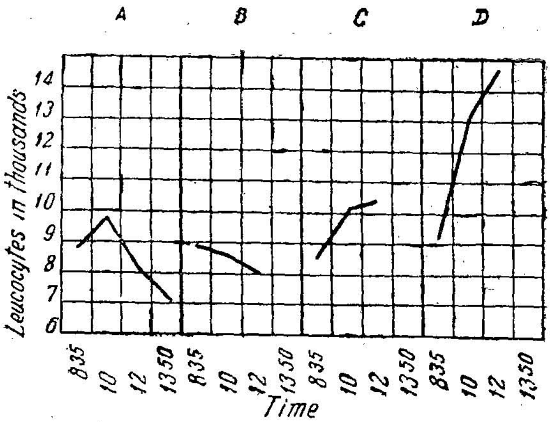
குருதி அணுக்களின் அளவை, அதை உற்பத்தி செய்யும், பரப்பும், அழிக்கும் பல உறுப்புகள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இந்த அமைப்பை லாங் (G. Lang) என்பவர் 'குருதி அமைப்பு' (blood system) என விவரிக்கின்றார். இந்த அமைப்பு, எலும்புச் சோறு, நிணக் கணுக்கள், மண்ணீரல், கல்லீரல் ஆகிய உறுப்புகளை உள்ளடக்கும். சிவப்பணுக்கள் எலும்புச் சோறில் உருவாகி, வளர்கின்றன. குருணை அணுக்களும் (granulocytes) உறைவணுக்களும் (thrombocytes) கூட எலும்புச் சோறில் உற்பத்தியாகின்றன. நிண வெள் ளணுக்கள் (lymphocytes) நிணக் கணுக்களிலும், மண்ணீரலின் மல்பீசியன் கூட்டமைப்பிலிருந்தும் (Malpighian corpuscles) தோன்றுகின்றன. பழைமையடைந்த (out-worn) சிவப் பணுக்கள் மண்ணீரலின் 'வலையமை உள்ளுறைத் திசுக்களில்' (Reticulo-endothelial tissue) அழிக்கப்படுகிறது. சிவப்பணு

அழிவைத் தொடர்ந்து, கல்லீரலில் செவ்வண்ணப் புரதத்தி லிருந்து பித்த நிறமிகள் (வண்ணப் பொருட்கள்—bile pigments) உருவாகின்றன. மண்ணீரல், கல்லீரல் ஆகியவற்றின் இரும்புப் புரதத்திலுள்ள (ferritin) சேமித்து வைக்கப்பட்ட இரும்பு, மீண்டும் செவ்வண்ணப் புரதத்தின் பொருட்களை உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மண்ணீரலும், கல்லீரலும் இரத்த அணுக்களைத் திரும்பப் பரப்புவதிலும் பங்கேற்கின்றன.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட அனைத்து உறுப்புகளும் விடுப்பு (efferent) நரம்புகளை யுடையன. அவைகளின் பணிகள் நடு நரம்பு மண்டலத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இச் சிக்கல் V. செரினிகோவிசுகியாலும் (V. Chernigovsky), அவரது குழுவினராலும் பாவுலோவின் உடலியங்கியல் கூடத்தில் (Pavlov Physiological Institute) சிறப்பாக ஆராயப்பட்டது. நரம்புத் தொடர்பு மட்டுமே உடைய மண்ணீரலின் குருதிக் குழாய் அமைப்பிற்குள் சில வேதிப்பொருள்கள்தூண்டுதல்களை உட் செலுத்துவதால், ஆற்றல் மிக்க மறிவினைகள் (reflexes) இரத்த ஓட்டத்திலும், உயிர்த்தலிலும் நிகழ்கின்றன என்று காட்டப்பட்டது. கல்லீரலிலும், எலும்புச் சோறிலும், நிணக் கணுக்களிலும் வேதிஏற்பிகள் (chemo-receptors) இருப்பதும் ஆய்வுறுத்தப்பட்டது. இரைப்பையின் இயந்திர ஏற்பிகள் (mechano-receptors) காற்றடைத்த பலூனைக் கொண்டு இரைப் பையை ஊதச் செய்வதன் மூலம் தூண்டப்பட்டன. அதனால் சிவப்பணுக்களின் எண்ணிக்கையிலும், மற்ற அணுக்களின் எண்ணிக்கையிலும் வேறுபாடுகள் நிகழ்வதும் கண்டறியப் பட்டது (படம் 9).

மண்ணீரலும், கல்லீரலும் மற்ற உறுப்புகளைப் போலவே இரு வழி (bilateral) நரம்புகளால் நடு நரம்பு மண்டலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் இந்த உறுப்புகளில் தோன்றும் கிளரலை(impulse) உட்செல் நரம்புவழியாக (afferent) நடுநரம்பு மண்டலத்துக்குச் செல்லவும் அதன் மறு தூண்டுகை வெளிச்செல் நரம்பு (efferent) வழியாக இந்த உறுப்புகளை அடையவும் முடிகிறது. குருதி அமைப்பின் உறுப்புகளுக்கும், நடுநரம்பு மண்டலத்துக்கும் இடையேயுள்ள இவ்வகை இரு வழித் தொடர்பால், இவ்வுறுப்புகளிலிருந்து மற்ற உடல் அமைப்புகளுக்கு மறிவினைகள் (reflexes) தோன்ற ஏதுவாகிறது. இதற்கு மாறாக உடலின் பல்வேறு புலன்களைத் (receptors) தூண்டுவதன் மூலம், குருதிச் சேர்க்கையில் மாறுதல்களை விளைவிக்க முடியும். இப்படியாக, விலங்குகளில் இரைப்பைச்

சளிப்படலம் (mucosa), கழுத்துத்தமனி பருப்பு (carotid sinus) ஆகிய புலன்களை அமுக்கல் (depressor) தூண்டுகை மூலம் குருதிச் சோகை (anaemia) உண்டாக்கப்படுகிறது. பாட்கின்சின் (S. Botkin), பின்னர் இலேங்சின் (G. Lang) மருத்துவ விடுதியில் குருதி நோயுடைய ஒரு நோயாளி ஆராயப்பட்டார். அந்த ஆராய்ச்சி, சிவப்பணுக்கள் முதிர்வதும், குருதியில் கலப்பதும் நரம்பு மண்டலத்தைச் சார்ந்தது என்பதற்குச் சான்றாக அமைந்தது. பிக்கோவ் (K. Bykov) குழுவினரின் ஆராய்ச்சிகள் உறுப்புகளுக்குச் செல்லும் குருதியை வேறுபடுத்தும் பழக்கு மறிவினைகள் (conditioned reflexes) பெருமூளைப் புறணியின் வெளிப் பகுதியுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன என்பதை அறிவுறுத்தியது. கட்டுபாட்டு மறுவினைத் தூண்டுகைகள் மூலம் வெள்ளணுக்களை அதிகரிக்கச் செய்ய இயலும். பெழிமூளைப் புறணியின் வெளிப் பகுதி தடுப் பாற்றலை எதிர்க்க இயலாமல் தன் பணிகளைச் செய்ய முடியாத போது 'செரிக்கும் வெள்ளணுப் பெருக்கம்' பல நாட்களுக்கு மறைந்து விடுகின்றன என்பதும் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.



படம் 10. நாயின் பெரு மூளைப் புறணியின் பணி நிலையில் (cerebral cortex) மோதுதலின் மூலம் விளைவிக்கப்பட்ட மாறுபாட்டால் நிகழ்ந்த 'செரிக்கும் வெள்ளணுப் பெருக்க மறைவும், திரும்பவும் பழைய நிலை அடைதலும்

A—3ஆவது நாள், B—6ஆவது நாள், C—21ஆவது நாள், D—25ஆவதுநாள் (அடிபட்ட பின்) [after V—Chernigovsky and A—Yaroshevsky].

இப்படியாக, பாவ்லோவின் நரம்பியல் தத்துவம், குருதி அமைப்புத் தொடர்பாகக்கூடப் பரந்த அளவு உறுதிப் படுத்தப் படுகிறது.

8. நிணம்

திசு நீர்

உடலின் சில உறுப்புகளில் (கல்லீரல், நுரையீரல்) மட்டுமே நுண்ணியங்கள் நேரடியாகக் குருதித் தந்துகிக ளுடன் தொடர்பு கொள்கின்றன. பல உறுப்புகளில் தந்துகி களின் உட்சுவருடன் மற்றுமொரு நுண்ணிய இடைப் பொருள் (intercellular substance) குருதிக்கும் நுண்ணியங்களுக்கு மிடையில் இருக்கின்றது. அப் பொருள் இணைப்புத் திசுநார்கள் (fibres of connective tissue), ஒரே தன்மையான புரதப் பொருட்கள் ஆகியவற்றைத் திசுநீருடைய நுண்ணியி இடைவெளிகளில் (inter cellular spaces) உள்ளடக்கி யிருக்கின் றது. இதைத் தவிர நீர்த்த புரத நீருடைய (serous fluid) இதய உறை அறை, நுரையீரல் அறை, பெரு மூளை அறை, வயிற்றறை, தண்டுவட மையக் குழாய், மூட்டு அறைகள் போன்றவைகளும் உள்ளன.

திசுநீர் இடைவிடாது குருதியுடன் பொருட்களை மாற்றிக் கொள்கின்றது. நீர், குருதியிலிருந்து திசுவிற்கும், திரும்பவும் குருதிக்கும் மாறுவதற்குக் காரணமாவன : 1. குருதித் திசுநீர் சவ்வூடு அழுத்த வேறுபாடு (osmotic pressure), 2. தந்துகிக் குருதியின் நீர்நிலை அழுத்த வேறுபாடு (hydrostatic pressure).

சவ்வூடு அழுத்தத்தை 'அணுத்திரளின்' அமைப்பையும் மின்ஆற்றல் குறியீட்டையும் (electric charge) தவிர்த்து, பொருட்களின் அடர்த்தியை வைத்து அளக்கலாம். மின்பகு பொருட்களின் அயனிகளும், படிகப் பொருட்களின் (crystal-loids) சிதரு அணுத் திரள்களும் (undissociated molecules), கரை தக்கைப் பொருட்களும் (colloids) சவ்வூடு பரவும் தன்மை உள்ளவை (osmotically active). குருதிப் பிசிதத்தின்

(பிளாசுமாவின்) சவ்வூடு அழுத்தம் ஏறக்குறைய 7.6 ஆவியமுக்கங்கள் (atmospheres) ஆகும். திசுநீரும் இதே அளவு அழுத்த முடையது. பலவகைக் காரணங்களால் தோன்றும் குருதி-திசுநீர் சவ்வூடு அழுத்த மாறுதலைக் குறைந்த அணுத் தொகுதி இணைப் பொருட்களான (low molecular compounds) சர்க்கரை, உப்பு, மற்ற உலோகப் பொருட்கள், வளர்சிதைப் பொருட்கள் ஆகியவை தந்துகிகளின் சுவர்களை மிகுதியாக ஊடுருவிச் செல்வதன் மூலம் சமப்படுத்தும். புரதம், சர்க்கரை, கொழுப்புப் பொருட்கள் உடலில் சிதைவுறும்பொழுது, அவற்றின் சிதைபொருட்கள் திசுநீர் நுண்ணியங்களின் மொத்த அணுத்திரளைக் குருதிப் பிசிதத்திற்குமேல் மிகுதிப் படுத்துகிறது. அதனாலே மாறுபடும் சவ்வூடு அழுத்தத்தால் பிசிதத்திலிருந்து நீர் திசுக்களுக்குப் பாய்கின்றது. ஆகவே தான் மிகுதியாத வேலை செய்யும் உறுப்புகளில் தண்ணீர் அளவு உயரும். சான்றாக, தசைகள் வேலை செய்யும் பொழுதும், சுரப்பிகள் சுரக்கும் பொழுதும் நீர் பெருகுவதைச் சொல்லலாம்.

உடல் உறுப்புகள் ஒரே சீராக இயங்கும்பொழுது படிகப் பொருட்கள் எளிதாகத் தந்துகிகளின் சுவர்களை ஊடுருவிச் செல்ல இயலுவதால் சவ்வூடு அழுத்தம் நிலைத்த தாக்கப்பட்டு, பிசிதம் திசுநீர் அழுத்தங்கள் சமப்படுத்தப் படுகின்றன. பிசிதம் திசுநீர் கரைதக்கைப் பொருட்கள், சிறப்பாகப் புரதம் இக் குழம்புகட்கிடையேயான நீர் அளவிற்கு இன்றியமையாதன. கரைதக்கைப் பொருட்களால் தந்துகிச் சுவர்களை எளிதாகக் கடந்து செல்ல இயலாது. குருதிப் பிசிதம், திசுநீரை விட மிகுதியான புரதத்தைக் கொண் டிருப்பதால் அவைகளின் சவ்வூடு அழுத்தம் மாறுபடுகிறது.

குருதிப் பிசிதத்தின் கரைதக்கைப் பொருளால் ஏற்படும் சவ்வூடு அழுத்தத்தை — கரைதக்கைச் சவ்வூடு அழுத்தம் என்பர். புரதங்களின் உயரிய அணுத்திரள் எடையாலும் (molecular weight), அவைகளின் குறைந்த அணுத்திரள் அடர்த்தியாலும் அதன் கரைதக்கை அழுத்தம் மிகவும் குறைவு—15-20 மி.மீ. பாதரசம் ஆகும். குருதிப் பிசிதத்தின் கரை தக்கை அழுத்தம், நீர் திசுக்களிலிருந்து குருதிக்குப் பாய்வதற்கு உதவுகிறது.

கரைதக்கை அழுத்தம் (oncotic pressure) தந்துகிக் குருதி யின் நீர் நிலை அழுத்தத்தால் (hydrostatic pressure) எதிர்க்கப் படுகிறது. தமனிகளின் தந்துகிகளில் குருதி அழுத்தம்

(blood pressure) 25-30 மி. மீ. பாதரசம் உயர்ந்து, கரைதக்கை அழுத்தத்தை விட மிகுவதால், தந்துகிகளிலிருந்து குருதி நீர் சூழ்ந்திருக்கும் திசுக்களுக்குச் செல்கின்றது. இதற்கு மாருக, சிரைகளின் தந்துகிகளில் நீர்நிலை அழுத்தம் குறைந்தும், கரைதக்கை அழுத்தம் (colloid osmotic or oncotic pressure) மிகுதியாயிருப்பதால், நீர் திசுக் குழம்பிலிருந்து குருதிக்குச் செல்கின்றது. இவ்வாறு குருதி இடைவிடாமல் பொருட்களைத் திசுக் குழம்புடன் மாற்றிக் கொள்கின்றது. கினி-பன்றிகளின் குருதிக் குழாய்களில் பளு நீரை உட்செலுத்தி ஆய்வுகள் நடத்தியதில், நான்கில் மூன்று பங்கு நீர் குருதியிலிருந்து நுண்ணிய வெளி நீருக்கும் (extra-cellular fluid), திரும்பவும், குருதிக்கும் ஒவ்வொரு நிமிடமும் பாய்வது கண்டறியப்பட்டது.

சீரான உடல் இயங்கியல் நிலையில் குருதியிலிருந்து திசுவுக்கும், திசுவிலிருந்து குருதிக்கும் செல்லும் மொத்த நீர் ஒரே அளவினதாகும். கரைதக்கை அழுத்தம் குறையும் பொழுது மிகுதி நீர் குருதியிலிருந்து திசுக்களுக்குச் சென்று 'திசு நீர்த் தேக்கத்தை' (oedema) ஏற்படுத்தும். சான்ருக, பிரித்தெடுக்கப்பட்ட உறுப்புகள் உப்பு நீரில் ஆழ்த்தப்படும் பொழுது அவைகள் நீர் கோர்க்கப்பட்டுப் பெரிதாகின்றன. புரதச்சத்து உயிர்களுக்குக் கிடைக்காத பொழுதும் பல உறுப்புகளில் 'நீர்த்தேக்கம்' உண்டாகும்.

நிண நீரும் அதன் சேர்க்கையும்

நிணநீர் திசு நீரிலிருந்து உருவாகி, நிணநுண்குழாய்களுக்குள் ஊடுருவுகிறது. நிணநுண்குழாய்கள் உள்ளுறை நுண்ணியங்களால் பிரிக்கப்பட்ட தனித்தனி நுண்ணிடை வெளிகளாகும். நிணநுண் குழாய்கள் பல சேர்ந்து வளர்ந்து நிணக்குழாய்களாகின்றன. திசு நீர், நிண வெளிகட்குள் சென்று நிணக் கணுக்களின் வழியாகப் பாயும்பொழுது வெள்ளணுக்களைப் பெற்று, நிணமாக உருவாகிறது. நிணவெள்ளணுக்கள் (lymphocytes) நிணக் கணுக்களில் தோன்றுகின்றன. நிணக் கணுக்களில் கூட நிணத்தில் கலந்துள்ள திடப் பொருட்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. நிணக் குழாய்கள் பெருநிணக் குழாயைச் (thoracic duct) சென்றடைந்து இறுதியில் சிரைக் குருதியுடன் கலக்கின்றது.

நிணத்தின் குருதியின் சேர்க்கைப் பொருட்கள் பெரும்பாலும் ஒரே தன்மையுடையன. வளர்சிதை மாற்றங்களின்

பொருட்களான உப்புகள்,அவியமுடைய பொருட்கள் அதைத் தவிர்த்த மற்ற பொருட்களின் அளவு குருதிப் பிசிதத்தின் அளவை ஓரளவு ஒத்திருக்கின்றன. இருந்தபோதிலும் உறுப்பு களின் வளர்சிதை வேறுபாடுகளைப் பொறுத்து நிணத்தின் சேர்க்கைப் பொருட்களும் குருதியிலிருந்து வேறுபடும். இதற்குக் காரணம் நிணம் நுண்ணியங்களின் அருகாமையில் இருப்பதும், குறைந்த வேகத்தில் பாய்வதும் ஆகும். பிசிதத்தைவிட நிணம் மிகக் குறைந்த அளவு புரதப் பொருட்களையே உடையது. உடலின் அறைகளில் நீர்ப் புரதம், மிகக் குறைந்த அளவான 10இல் 1 பங்கு ஆகும். நிணக் குழாய்களிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட நிணமும், பெரு நிணக் குழாயின் நிணமும் வெண்புரதம் (albumin), குளோபிலின் (Globulin) ஆகிய புரதப் பொருட்கள் உள்ளடங்க 0.3 இலிருந்து 5% புரதப் பொருட்களை உடையன.

குடல் உறிஞ்சிகள் பரப்பும் நிணத்தின் சேர்க்கைப் பொருட்கள் ஓரளவு மாறுபடும். குடல் சத்துப் பொருட்களை உறிஞ்சுவதால் கொழுப்புப் பொருட்கள் குடல் உறிஞ்சிகளின் நிண இடைவெளிகளுக்குச் செல்கின்றன. அப்படிப் பரப்பப் படும் நிணம் மிகுதியான கொழுப்பை (3—4 சதவீதம்) உடைய தாக வெண்மை நிறமாக இருக்கும். அதனைக் குடற்பால் (chyle) என்பர்.

நிணம் உருவாதலும், ஓட்டமும்
(Lymph Formation and Flow)

நீர், குருதியிலிருந்து திசுவுக்கும், மீண்டும் குருதிக்கும் பாய்வதைப் பொறுத்து நிணநீர் உருவாகும் அளவும் உயரும். உருவாகும் நிண அளவு தந்துகிகளின் பரப்பைப் பொறுத்ததும், அவற்றின் ஊடுருவல் அளவைப் பொறுத்ததும் ஆகும். கல்லீரலிலும், குடலிலும் உள்ள தந்துகிகள் மிகுந்த அளவு ஊடுருவல் திறன் வாய்ந்ததாகும். இந்த உறுப்புகளில் தந்துகிகளின் அழுத்தம் உயருவதால், உருவாகும் நிண அளவும் பலமடங்கு மிகுகின்றது. தந்துகிகளின் ஊடுருவல் தன்மை, உயிரியம் வழங்குதல் குறைவதாலும், சில நஞ்சுப் பொருட்களாலும் மிகுதியாகும். தந்துகிச் சுவர்களின் ஊடுருவுதல் தன்மை உயர்வதால் நிணத்தின் சேர்க்கைப் பொருட்களும், அதன் புரதப் பொருட்களின் அளவும் உயருகின்றன.

நிணநீர் ஊக்கிகளை (lymphagogues) உட் செலுத்துவதன் மூலம் நிணநீர்ப் பெருக்கத்தை மிகுதிப்படுத்தலாம். அவை பெப்டோன்கள், பலவகை உறுப்புகளின் பிழிநீர் (extracts), பித்த நீர் ஆகியன. இப் பொருட்கள் நுண்தந்துகிக் குழாய்ச் சுவர்களின் ஊடுருவல் தன்மையை மிகுதிப்படுத்துகின்றன. நிணநீர்ப் பெருக்க அளவை உப்பு (NaCl), யூரியா (urea) போன்ற பொருட்களைக் குருதியில் செலுத்துவதாலும் மிகுதியாக்கலாம். இதில் கரைதிறன் மிகுதியான படிகப் பொருட்கள் குருதியின் சவ்வூடு அழுத்தத்தை மிகச் செய்வதால் நீர், திசுக்களிலிருந்து குருதிக்குள் பாய்கிறது. ஆதலால் குருதியின் அளவு உயர்ந்து தந்துகிகளின் அழுத்தமும் மிகுகிறது. மாருகக் கரைதக்கை அழுத்தம், புரத அளவு (concentration) குறைவதால் கீழிறங்கும். இவைகள் எல்லாம் நிணப் பெருக்கத்தை மிகுதியாக்கும். (செய்தி உட்செல்) நரம்பைத் (afferent nerve) தூண்டுதல் மூலம் நிணநீர் உருவாதலில் ஒரு மாற்ற மிருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது (data of L. Orbeli's Laboratory). அங்கேரியின் ஆராய்ச்சியாளர்கள் அண்மையில் பரிவு நரம்புகளைத் துண்டிப்பதன் மூலம் 'நிண அமைப்பு' குறைந்த அளவு நீரையே தேக்க இயலுகிறது என அறிவித்திருக்கின்றுர்கள். நிணநீர் ஓட்ட வேகம் நிணநீர்க் குழாய்களில் மிகவும் குறைவு. இது சிரைக்குருதி ஓட்டத்தை விட 12 முறை மெல்ல ஓடுகிறது. இப்படியாக குதிரையின் கழுத்திலிருக்கும் சிறந்த பெரிய நிணக் குழாயில் ஓட்ட வேகத்தை ஒரு நிமிடத்துக்கு 270–300மி.மீ. எனக் கணக்கிட்டிருக்கின்றனர்.

தாழ்ந்த முதுகெலும்பு விலங்குகளில் (lower vertebrates)— மீன், தவளை, ரெப்டைல்ஸ் (Reptiles)— நிண இதயங்களாலும், தசைகளுடன் கூடிய விரிந்த நிணக் குழாய்களின் பகுதிகளாலும் நிணம் அழுத்தப்பட்டு ஓடுகிறது. மனிதனிலும், உயர்ந்த விலங்குகளிலும் உருவாகும் நிணம் நிணநுண் குழாய்களை நிரப்பிச் செலுத்துகின்றன. சிறிய நிணக் குழாய்களில் நிண அழுத்தம் 8-10மி.மீ. நீர் (H_2O) ஆகும். காரையடிச் (subclavian) சிரையில் கலக்கும், பெரு நிணக் குழாயில் அழுத்தம் சிரைகளின் அழுத்த அளவைப் போன்றே இருக்கும்.

அழுத்தத்தில் ஒரு சிறிய மாறுபாடு நிண ஓட்டத்தால் உருவாக்கப்பட்டுக் காக்கப்படுகிறது. மேலும், தசைகள் சுருங்கும்பொழுது தனித்த நிணக் குழாய்களும், நிண இடை

வெளிகளும் அமுக்கப்பட்டு நிணம் வெளிப்படுகிறது. நிணக் குழாய் (வால்வு) தடுக்கிதழ்கள் பின் ஓட்டத்தைத் தவிர்த்து நிணத்தை நிணப் பெருங்குழாய் நோக்கி ஓடச் செய்கிறது. இறுதியாக நிணக் குழாய்களின் அலை சுருங்குதலாலும் (peristaltic contractions) நிணம் பாய்ந்து ஓடுகிறது.

திசுநீரும், நிணமும் மிகக் குறைந்த வேதத்தில் ஓடினாலும் பெரு நிணக் குழாயின் வழியாக ஒரு நாளைக்கு ஓடும் அளவு நாயின் எடையில் 5இல் 1 பங்குக்குச் சமம் (R. Heidenhain).

பகுதி 3

சுற்றோட்டம்

9. சுற்றோட்டத்தைப்பற்றிய பொது அறிவு

சுற்றோட்டக் கண்டுபிடிப்பும் அதன் முதன்மையான ஆராய்ச்சிகளின் நிலைகளும்

வில்லியம் ஃகார்வி 1628இல் பல உயிர் அறுவைகளின் மூலமும், பல்வேறு ஆசிரியர்களின் நூல்களைப் படிப்பதைத் தவிர்த்து உண்மைகளைக் கண்டறிவதன் மூலமும், இதயப் பணிகளையும், அதன் அசைவுகளையும் கண்டுபிடித்தார். உடலின் எந்தத் தமனி (artery) வெட்டுப் பட்டாலும், அது உடல் குருதி முழுவதையும் வெளிச் செலுத்திவிடும் என்பதையும் கண்டுணர்த்தினர். இதனால் உடல் குருதி முழுவதும் எப்பொழுதும் இந்தத் தமனி மூலம் ஓடுகிறது என்பது புலனாகும். ஃகார்வி தோலின் அருகிலுள்ள ஒரு சிரையை அமுக்குவதனால் இதயத்திலிருந்து தள்ளியிருக்கும் சிரையில் குருதித் தேக்கம் ஏற்படுவதைக் கண்டதன் மூலம், குருதி சிரைகளின் வழியாக ஓடி இதயத்தை அடைகிறது என்று உணர்ந்தார். இதயத்திலிருந்து வரும் ஒரு தமனியைக் கட்டியதன் மூலம், அதற்கு மேற்பகுதியில் குருதித் தேக்கம் ஏற்பட்டது. இதிலிருந்து தமனிகள் குருதியை இதயத்திலிருந்து எடுத்துச் செல்கின்றன என்பது தெரியவந்தது. ஃகார்வி விலங்குகளைக் கொண்டு நடத்திய ஆய்வுகள் மூலம் ஒரு நிமிடத்தில் இதயம் பெருந்தமனிக்குள் செலுத்தும் குருதி அளவை அளந்தார். அந்த அளவு ஒரு மணி நேரத்திற்குப் பல லிட்டர்களாக இருந்ததால், பெருந்தமனிக்குள் செலுத்தப் பட்ட குருதி, சிரைகளின் வழியாக மீண்டும் இதயத்தை அடையவேண்டும் எனத் தெளிந்தார். ஃகார்வி தான்

கண்டறிந்ததைக் கீழ்க் கண்டவாறு வகைப்படுத்தினர். படிப்பு அறிவும், ஆய்வு அறிவும் இதயக் கீழறைகள் சுருங்குதலால் குருதி நுரையீரல்கள் வழியாகச் சென்று இதயத்தை அடைகிறது என்பதையும், குருதி திசுத் துளைகளுக்குச் சென்று முதலில் சிறு சிரைகளின் வழியாக ஓடிப் பின்னர் பெருஞ்சிரைகளின் வழியாக நடுவு நோக்கிப் பாய்ந்து, கீழ்ப் பெரு, மேற்பெருஞ் சிரைகளின் வழியாக இதய மேலறைகளை அடைகிறது என்பதையும் உறுதிப்படுத்தினர். இப்படியாக, பெருமளவு குருதி நடுவணிலிருந்து தமனிகளின் வழியாக ஓரப் பகுதிகட்குச் சென்று, சிரைகளின் வழியாக நடுவை அடைகிறது. இந்த அளவு குருதி, உணவினுல் உருவாக்க இயலும் குருதியைவிட பல மடங்கு மிகுந்ததும், உடலுக்கு உணவூட்டிப் பேணத் தேவையானதைவிட மிகுந்ததுமாகும். ஆகவே, விலங்கினங்களில் குருதி தொடர்ச்சியாகச் சுற்றி ஓடுகிறது என்று முடிவு செய்வது இன்றியமையாததாகும்.

ஃகார்வி தந்துகிகளைப்பற்றித் தெரிந்திராததால் அதைத் 'திசுத்துளைகள்' என்றழைத்தார். நுண்ணுருப் பெருக்கி (microscope) இல்லாததால் அவைகளை அவர் பார்க்க இயலாவிட்டாலும், அவைகள் இருக்கவேண்டுமென அவர் மேற்கொண்ட முடிவு அவரது அறிவாராய்ச்சி ஆற்றலைப் புலப்படுத்துவதாகும். ஃகார்வி இறந்ததற்குப் பிறகு 1661இல் மல்பீசியால் (Malpighi) தந்துகிகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன என்பது இங்கு நினைவுகூறத் தக்கது.

சுற்றோட்ட ஆராய்ச்சியில் ஃகேல்சு (Hales) 1732இல் கண்டுபிடித்த 'குருதி அழுத்தம்' அடுத்த இன்றியமையாத நிகழ்ச்சியாகும்.

1840 அளவில் தான் சுற்றோட்ட உடலியங்கியல், பெருமளவு வளர்ச்சியுற்றது. அதன்பின் சுற்றோட்டத்தின் நிகழ்ச்சிகள் வரைபடமாக பதிவு செய்யப்பட்டன; உடலின் குருதி அளவு அளக்கப்பட்டது. குருதி ஓடுவதற்குக் காரணமான பல்வேறு இயங்கியல் கூறுகள் (physical factors), அவற்றின் சிக்கல்கள், சிறப்பியல்புகள் ஆகியவை ஆராயப்பட்டன. அதே நேரத்தில் 'சுற்றோட்டக் கட்டுப்பாடு' பற்றிய ஆராய்ச்சியும் தொடங்கியது.

1842இல் கிவிலில் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளால் வால்தர் (Walther) நரம்பு மண்டலம் சுற்றோட்ட அமைப்பை இயக்குகிறது என்ற உண்மையை நிலை நிறுத்தினர். தவளையின்

பின்தொடை நரம்பிலுள்ள (sciatic nerve) பரிவு நரம்புகளைத் தூண்டுவதன் மூலம், அதன் கால் குருதிக் குழாய்கள் சுருங்குகின்ற தன்மையை அவர் ஆய்வுகள் மூலம் அறிவுறுத்தினர். அதன் பிறகு கண்டுபிடிப்புகள் ஒன்றன்பின் ஒன்ருகத் தொடர்ந்தன. 1845இல் வீபர் உடன் பிறப்பினர் (Weber Brothers) தெளிவறு நரம்பைத் (vagus) தூண்டுவதன்மூலம் இதயத் துடிப்பை நிறுத்த இயலும் என்றும், பெசால்டு, சையோன் (Bezold, Cyon) ஆகியோர், பரிவு நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டுவதன் மூலம் இதயத் துடிப்பு மிகுகின்றதென்றும் நிறுவினர்கள். குருதிக் குழாய்கள் மீது, பல்வேறு நரம்புகள் இயக்குந் தன்மையை கிளார்ட் பெர்ஞர்டும், பெருந் தமனியின் ஏற்பிகளிலிருந்து (receptors) உட்செல் நரம்புகளைத் தூண்டுதலால் சுற்றோட்டத்தில் நிகழும் மறுவினை மாற்றங்களைச் சையானும், லூட்விக்கும் (Cyon, Ludwig) கண்டு பிடித்தனர். ஒவிசியானிகோவ் (Ovsyannikov) முகுளத்தில் (medulla) திட்டமான நரம்பமைப்பு உள்ளதையும், அதன் மாற்றமைப்பால் குருதிக் குழாய்களை இயக்கும் மறுவினைகளில் மாறுபாடுகள் நிகழும் என்பதையும் உறுதிப்படுத்தினர். 1860 அளவில் கோவலசுகி, டிராபு அவரது குழுவினரும் (N. Kovalevsky, M. Traube et al.) கரி-இரு-உயிரியின் அளவு குருதியில் உயர்வதால் சுற்றோட்டம் மாறுதலடையும் என்பதை அறிவுறுத்திஞர்கள்.

1880—1890இல் பாவுலோவ் அமைப்பு ஆய்வுகள் மூலம் ஒழுங்கான சுற்றோட்டக் கட்டுப்பாட்டை எவ்வாறு ஆராய்வது என்பதையும், மயக்கம் கொடுக்காத விலங்கினங்களைக் கொண்டு, தொடர்ந்த ஆய்வுகளால், சாதாரண நிலைகளில் எப்படித் தேர்ந்தாராய்வது என்பதையும் எடுத்துரைத்தார். இப்படிப்பட்ட விலங்கினங்களில்தான் அவர் ‘குருதி அழுத்தம்’ நிலைத்ததெனவும், அந் நிலைத்த தன்மை நரம்பமைப்பின் தூண்டுதலால் நிகழும் குருதி மறு பரப்புதலால் நிலைநிறுத்தப் படுகிறதென்றும் கண்டறிந்தார்.

எப்பொழுதுமே செய்முறை மருத்துவ ஆய்வு, சுற்றோட்டத்தைத் துருவி ஆராய்தல் இன்றியமையாத தாகும். செய்முறை மருத்துவம் இதய, குருதிக் குழாய் நரம்பமைப்பு நோய்களினுல் ஏற்படும் சுற்றோட்ட மாற்றங்களை ஆராய வகை செய்கிறது. செய் முறை மருத்துவத் தேவைகள், மனிதனில் குருதி அழுத்தத்தைத் தமனியிலும், சிரையிலும் அளப்பதற்குத் தேவையான முறைகள் வளரவும், இதயம் செலுத்திய குருதி அளவை அளக்கும் முறைகள் வளரவும் வழி கோலின.

சுற்றோட்ட அமைப்பின் பல்வேறு பிரிவுகளின் பணிகளும், அதன் இன்றியமையாமையும்

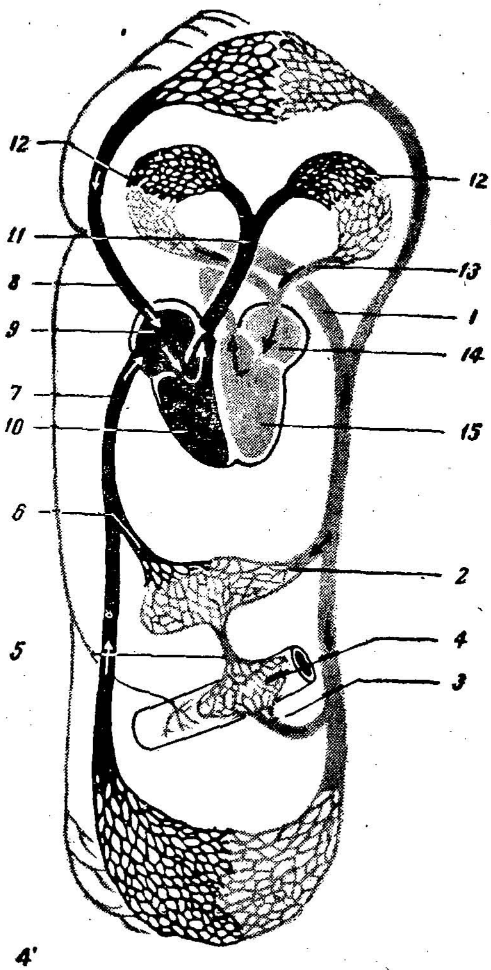
பொது, நுரையீரல் சுற்றோட்டங்கள்: முதுகெலும்பு விலங்கினங்களில் சுற்றோட்டம் நடு அமைப்பாக இதயத்தை உள்ளடக்கிய, மூடிய குழாய் அமைப்பால் நிகழ்கிறது [படம் 11]. பாலூட்டிகளில் குருதிக் குழாய்கள் சிறியதும் பெரியதும் ஆக இருவகைச் சுற்றுகளாகப் பிரிந்து, இதயத்தின்மூலம் தொடர்பு கொள்ளும். பெரிய (பொது) சுற்றோட்டத்தின் மூலம் குருதி இடது கீழறையால் உந்தப்பட்டு, நுரையீரல்கள் தவிர உடலின் அனைத்து உறுப்புகட்கும் சென்று, அவ்வுறுப்புகளின் தந்துகிகள் வழியாக ஓடி, இதய வலது மேலறையைப் பெருஞ்சிரைகளின் வழியாக அடைகிறது. வலது மேலறையிலிருந்து,கீழறைக்குச் சென்று குருதி, அவ்வறையின் சுருங்குதலால் 'சிறிய சுற்றோட்டத்துக்குள்' (நுரையீரல்) செல்கிறது. இந்தச் சுற்றோட்டத்தில் குருதி வலது கீழறையிலிருந்து நுரையீரல் தமனி, அதன் கிளைகள் வழியாக நுரையீரல் தந்துகிகளுக்குச் சென்று அங்கிருந்து நான்கு நுரையீரல் சிரைகளின் வழியாக இடது மேலறையை அடைகின்றது. இடது மேலறையில் இருந்து கீழறைக்குச் சென்று, அவ்வறை சுருங்குதலால் பொதுச் சுற்றோட்டத்தைச் சென்றடைகிறது.

இதயம் ஓர் உட் குழிவான தசை உறுப்பு. அடியிலிருந்து நுனிவரை நீண்டிருக்கும் இடைச்சுவரால், வலது, இடது பகுதிகளாக இது பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. மற்றுமொரு குறுக்குச் சுவர் ஒவ்வொரு பாதியையும் மேலறை, கீழறைகளாகப் பிரிக்கிறது.

தமனிகள் குருதியை இதயத்திலிருந்து தந்துகிகளுக்கு எடுத்துச் செல்லும் குழாய்களாகும். ஒவ்வொரு தமனியும் கிளைத் தமனிகளையும், கிளைத் தமனிகள் படிப்படியாக சிறு சிறு தமனிகளையும் கொடுக்கின்றன. தமனிகளின் சுவர்கள், சிறிய கிளைத் தமனிச் சுவர் கூட, உள் இழைமம் (endothelium) தசை, இணைப்புத் திசு ஆகிய அடுக்குகளால் உருவானதாகும். இவ்வகை அமைப்பால் குருதியில் கரைந்துள்ள பொருட்கள் சுவர்களை ஊடுருவிச் செல்ல இயலாது.

தந்துகிகள் தமனிகளையும் சிரைகளையும் இணைக்கும் நுண்ணிய குழாய்களாகும். பொது சுற்றோட்டத் தந்துகிகளின் மூலம் குருதியும், திசுக்களும் பொருட்களை மாற்றிக் கொள்கின்றன. அதேபோல் நுரையீரல் சுற்றோட்டத் தந்துகிச்

சுவர்களின் மூலம் வளி மாற்றங்கள் குருதிக்கும், காற்றுக்கும் இடையே நிகழ்கின்றன. தந்துகிகள் எண்ணிக்கையில் நனி மிகுதி; ஓர் உருப்பில் கூட தந்துகிகளுக்கு இடைப்பட்ட வெளி ஒரு மில்லி மீட்டரின் பகுதியைவிட மிஞ்சாது. தந்துகிகளின்



படம் 11. மனிதனின் சுற்றோட்டம்

1. பெருந்தமனி; 2. கல்லீரல்தமனி; 3. குடல் தமனிகளில் ஒன்று; 4. பொதுச் சுற்றோட்டத்தின் தந்துகிப் பின்னல்; 5. குடற் கல்லீரல் சிரை; 6. கல்லீரல் சிரை; 7, 8. கீழ், மேல் பெருஞ் சிரைகள்; 9. வலது மேலறை; 10. வலது கீழறை; 11. நுரையீரல் தமனி; 12. நுரையீரல் சுற்றோட்டத்தின் தந்துகிப் பின்னல்; 13-நான்கு நுரையீரல் சிரைகளில் ஒன்று; 14. இடது மேலறை; 15. இடது கீழறை.

சுவர்கள் ஓர் அடுக்கு உள்இழைம நுண்ணிய உயிரணுக்களுடையதாகும். இது ·005 மி.மீ.க்கு மேல் அடர்த்தி யுடையது அன்று. ஆகவேதான் பல்வேறு பொருட்கள் எளிதாகக் குருதியிலிருந்து திசுக்களுக்கும், திசுக்களிலிருந்து குருதிக்கும் ஊடுருவிச் செல்ல இயலுகிறது.

சிரைகள் மூலம் குருதி மீண்டும் இதயத்தை அடைகிறது. பொதுச் சுற்றோட்டத் தந்துகிகளிலிருந்து குருதி மெலிச் சிரைகளுக்குள் (venules) சென்று, அம் மெலிச்சிரைகள் ஒன்று சேர்வதால் உருவாகும் சிரைகளின் வழியாகப் பெருஞ் சிரைகளை அடைகிறது. அனைத்துக் குருதியும் இறுதியாக மேற் பெருஞ் சிரையிலும், கீழ்ப் பெருஞ் சிரையிலும் ஒன்று சேர்ந்து பெருகி இதய வலது மேல் அறையை அடைகிறது. நுரையீரல் சுற்றோட்டத்தில், நுரையீரல் தந்துகிகள் ஒன்று சேர்ந்து சிறு சிரைகள் உருவாகி,இறுதியாக நான்கு நுரையீரல் சிரைகளாகிக் குருதியை இடது மேலறைக்குள் சென்று சேர்க்கின்றன [உடலில் தமனிக் குருதியைக் கொண்டுசெல்லும் சிரைகள் இச் சிரைகள் தான்].

சுற்றோட்டத்தின் இன்றியமையாமை

குருதிச் சுற்றோட்டம், உடலின் அனைத்துத் திசுக்களும் புறச் சூழலுடன் பொருட்களை மாற்றிக்கொள்ளவும், ஓர் உறுப்பிலிருந்து உடலின் மற்ற உறுப்புகளுக்குப் பொருட்களை எடுத்துச் செல்லவும் வழி கோலுகிறது.

பல உயிரணுக்களை (multicellular) யுடைய விலங்கினங்களில் புறச்சூழலிலிருந்து உயிரியமும், குடலிலிருந்து உணவுச் சத்துப் பொருட்களும் திசுக்களை நேரடியாகச் சென்றடைய இயலாது.

உயிரியத்தையும், உணவுச் சத்துப் பொருட்களையும் எடுத்துச் செல்லும் குருதி ஓட்டம் மட்டுமே வளர்சிதை மாற்றங்களின்போது உடல் உட்கொண்ட கூட்டுப் பொருட்களை மீண்டும் கொடுக்க இயலும். உடலின் வளர்சிதை மாற்றங்களால் உருவாகும் முடிவுப் பொருட்கள் [இரு உயிரிய கரி வளி, நவச்சாரம்] திசுக்களில் தங்க, அதன் பெருக்கத்தால் உறுப்புகளின் பணிகள் கெடாதவண்ணம், அவைகளை விளக்குவதும் குருதியே யாகும்.

உடலில் எந்தத் திசுவும், மற்றத் திசுக்களில் உருவாக்கப் பட்ட கூட்டுப் பொருட்கள் கிடைக்கப் பெறுமல் சீராகப் பணி

யாற்ற இயலாது. பொருட்களை உருவாக்கப்பட்ட இடத்தி லிருந்து மற்ற உறுப்புகட்கு எடுத்துச் செல்லக் குருதியால் மட்டுமே இயலும். குருதிச் சுற்றோட்டத்தினுல்தான் சில நாளமில்லாச் சுரப்பிகளால் மட்டுமே சுரக்கப்படும் நீர்மங்கள் உடல் முழுதும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

சுற்றோட்டம், மிகுதியான வெப்பத்தை உண்டாக்கும் உறுப்புகளில் இருந்து வெப்பத்தை வெளிவிடும் நுரையீரல், தோல் போன்ற உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. உடலின் சீரான இன்றியமையாத பணிகள் சுற்றோட்டம் தொடர்ச்சியாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுவதன் மூலம்தான் நடை பெற இயலும். இது பல்வேறு உறுப்புகளுக்கு இடையான தொடர்பிற்கும், அவ் வுறுப்புக்குச் செல்கின்ற குருதி அளவுக்கும், குருதி அழுத்தத்தை ஒரு சரியான நிலையில் நிலைநிறுத்துவதற்கும் வழி கோலுகிறது.

சுற்றோட்டத்தின் இன்றியமையாமை அது நின்று விடுவதனுல் ஏற்படும் தீய விளைவுகளை அறியும் பொழுதுதான் குறிப்பாகத் தெளிவாகும்.

எல்லா உறுப்புகளும், அதன் குழாய்களில் குருதி நின்று விடுவதால் உடனடியாகத் தங்கள் பணிகளை இழப்பதில்லை. மிக வளர்ச்சியுற்ற நரம்புத் திசு, பெருமூளைப் புறணித் திசு, கண்ணின் விழித்திரை போன்ற உறுப்புகள் சுற்றோட்டம் நின்றதும், உடன் தங்கள் ஆற்றல்களை இழக்கின்றன. மூளைச் சுற்றோட்டம் நின்றவுடன் மயக்கம் உண்டாகும். 5 அல்லது 10 நிமிடங்கட்கு மேல் மூளைச் சுற்றோட்டம் நிறுத்தப்பட்டால் மூளையின் வளர்ச்சியுற்ற பகுதிகள் உடன் அழிவதற்கு வழிகோலும்.

இதயக் குருதி ஓட்டம் நின்றவுடன்,இதயத் துடிப்பும் நின்று விடுமெனினும் திரும்ப இயலா மாற்றங்கள் மெல்லவேதான் வளர்ச்சியடைகின்றன. சிறுநீரகங்கள்,கல்லீரல் ஆகியவற்றின் பணிகள் குருதி ஓட்டம் நின்றபின் [10—20 நிமிடங்களுக் குள்ளாக] மறைந்துவிடும். இயக்கு தசைச் செயலிழப்பு குருதியோட்டம் நின்றபின் 20 முதல் 30 நிமிடங்களுக்குள் தோன்றும். ஆனுல், நிலையான மாற்றங்கள் $1\frac{1}{2}$—2 மணி நேரம் கழித்தே அவைகளில் தோன்றுகின்றன. ஆகையால், குருதிக் கசிவைத் தடுக்க $1\frac{1}{2}$—2 மணி நேரம்வரை கால், கைக் குருதிக் குழாய்களுக்குக் கட்டுப் போடலாம். இயங்கு தசைகளும்,

இணைப்புத் திசுக்களும் மற்றவைகளைவிட மிகுதி நேரம் குருதி யோட்ட மில்லாமல் பணிசெய்ய இயலும்.

குருதி ஓட்டம் நிற்பதால் ஏற்படும் விளைவுகளான திசு அழிதல், பணிகளில் ஒழுங்கற்றநிலை ஆகிய அனைத்துக்கும் காரணம், உயிரியம் திசுக்களுக்குச் செல்லாமையும், அதனால் ஏற்படுகின்ற காற்றிலா வளர்சிதை மாற்றங்களின், குறையாக உயிரிய மேற்றப்பட்ட பொருட்கள் திசுக்களில் பெருகுவதுமே யாகும்.

உறுப்புகளுக்குத் தேவையான குருதி நிறுத்தப்பட்டாலோ, குறைக்கப்பட்டாலோ பேரச்சமான விளைவுகள் நேரும்; சில சமயம் இடராகவும் முடியும். குருதிக் குழாய் களின் சுருக்கத்தைப் (constriction) பொறுத்தும் குருதி உறைவதால் குருதிக் குழாய் அடைக்கப்படுவதாலும், உறுப்புகளின் குருதியோட்டம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதயக் குழாய்களில் குருதி உறைவதால் 'இதயத் தசை அழிவு' என்ற அச்சம் தரும் நோய் விளைகிறது. நுரையீரல் குருதிக் குழாயில் குருதி உறைதலால் இறப்புகள் ஏற்பட்ட தாகப் புள்ளியியல் கூறுகின்றது. மூளை, உள் உறுப்புகள், கை கால்கள் ஆகியவற்றின் குருதிக் குழாய்களிலும் குருதி உறையலாம். இந்த நோயின் தன்மை, திரிபுச் சுற்றோட்டம் (collateral circulation) எந்த அளவு விரைவாக அடைபட்ட குழாய்களைக் கடந்து குருதியைச் செலுத்துகிறது என்பதைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

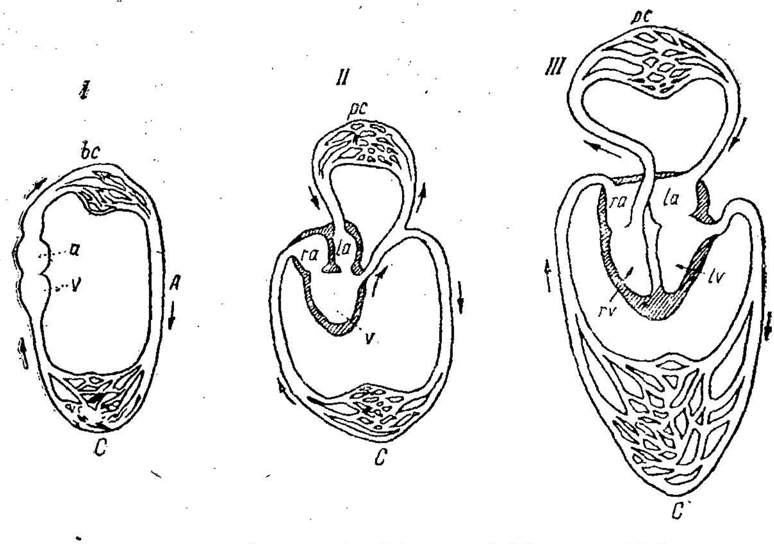
இதய–குருதிக் குழாய் அமைப்பின் படிமலர்ச்சி

தாழ்ந்த முதுகெலும்பில்லா விலங்கினங்களில் குருதியும், குருதிக் குழாய்களும் இல்லை. அவைகளின் உடல் உயி ரணுக்கள், நீர், உயிரியம், சத்துணவுப் பொருட்கள் போன்றவை நேரடியாகத் திசுநீருக்குச் சென்று, நுண்ணிய இடைகளில் ஊடுருவிச் செல்வதால் புறச் சூழலுடன் பொருட்களை மாற்றிக் கொள்கின்றன.

படிமலர்ச்சி, படிப்படியாகத் திசுநீர் சுற்றோட்ட வளர்ச் சிக்கு வழிகோலுகிறது. ஆனால், சிறப்பான குருதிக் குழாய்கள் தன்னைச் சுற்றிய சுவர்களுடன் தோன்றிய பின்னர்தான் சுற்றோட்ட அமைப்புபற்றி நாம் பேசுகிறோம். முதுகெலும்பில்லா விலங்கினங்களில் [அனிலிடாவைத் தவிர (annelida)] சுற்றோட்டக் குழாய்கள் தொடர்ச்சியாக அமைய

வில்லை. அவைகளில் இக் குழாய்கள் துளைகளாலும் காலி யிடங்களாலும் இடைப்படுத்தப்பட்டுச் சுவர்களில்லாமல் உள்ளன. அனிலிடாவில்தான் மூடிய சுற்றோட்டம் தொடங்கு கிறது. இதனால் குழாய்கள், மூடிய சுற்றோட்ட முறைக்கு வளர்வதுதான் சுற்றோட்ட உறுப்புகளின் படிமலர்ச்சி இயல்பென அறியலாம்.

இதய குருதிக் குழாய் அமைப்பின் அடுத்த தனி இயல்பு, சிறப்பான தசை உறுப்பு மெல்ல தனித்து உருவாதலும், அதன் சுருங்கி விரிதலால் குழாய்களில் நிரம்பியிருக்கும் நீர் ஓடுவதுமாகும். சான்றாக, புழுக்களிலும் தாழ்ந்த 'கோர்டாட்டா' (chordata) விலும் இதயம் கிடையாது. அவைகளில் முதுகுக் குருதிக் குழாயின் தசைச்சுவர் சுருங்கி விரிதலால் குருதியோட்டம் ஏற்படுகிறது. படிமலர்ச்சியின் உயர்வால், குழாய்களின் சுருங்கி விரியும் தன்மையின் சிறப்பு குன்றி, தனித்த தசை அமைப்பான இதயம் உருவாகிறது.



படம் 12. குருதிக் குழாய்களின் அமைப்பின் படிமலர்ச்சியை விளக்கும் படம்

I. மீனில்; II. நில-நீர்வாழும் உயிரினங்களில் (தவளை); III. பாலூட்டி களில்; V. இதயக் கீழறை; C. பொதுச் சுற்றோட்டத் தந்துகிகள்; A—இதய மேலறை;. bc—செவுள் தந்துகிகள்; bc—நுரையீரல் தந்துகிகள்; la, ra,—இடது மேலறை, வலது மேலறைகள்; lv, rv—இடது, வலது கீழறைகள்.

அம்புக்குறிகள் குருதி யோட்டத் திசையைக் குறிக்கும்.

இதயம், கீழறை, மேலறைகளாகப் பிரிவது மீன்களில் தொடங்குகிறது. இதயத்தால் செலுத்தப்பட்ட முழுக் குருதியும் மீனின் செவுள்களை நோக்கிப் பாய்ந்து, அதன் தந்துகிகளில் உயிரியத்தைப் பெற்றுப் பின்னர் குருதிக் குழாய்களை அடைகிறது. இந்த அமைப்பு முறை உயர் விலங்கினங்களின் பொதுச் சுற்றோட்ட அமைப்பை யொக்கும். அனைத்து உறுப்புகளின் தந்துகிகள் வழியாகப் பாய்ந்து விட்டுக் குருதி இதயத்தை அடைகிறது. இப்படியாக இதயம் சிரைக் குருதியை மட்டுமே பெறுகிறது.

நில-நீர்வாழ் உயிர்களில் (amphibia) இதயம் இரு மேலறைகளைக் கொண்டுள்ளது. பொதுச் சுற்றோட்டத் தந்துகிகளிலிருந்து சேர்க்கப்பட்ட சிரைக் குருதி முழுவதும் வலது மேலறையை அடைகிறது. நுரையீரல்களிலிருந்து திரும்பும் குருதி முழுவதும் இடது மேலறையை அடைகிறது. இதயக் கீழறை ஒரே பகுதியாக இருப்பதால் தமனி-சிரைக் குருதிகள் அங்கு கலக்கின்றன. வளர்ச்சியுற்ற ஊர்வனவாகிய விலங்கினங்களில்தான் நான்கு அறைகளைக் கொண்ட இதயமும், முழுமையான பொது, நுரையீரல் சுற்றோட்டங்களும் காணப்படுகின்றன (படம் 12).

சுற்றோட்ட அமைப்பு முறைப் படிமலர்ச்சியின்போது, அதன் பணிகளிலும் மலர்ச்சி ஏற்படுகிறது. குருதி ஓட்டம் விரைவுபடுவதுடன், சுற்றோட்டக் கட்டுப்பாடும் சிக்கல் நிறைந்ததாக வளர்கிறது.

10. இதயத்தின் அழுத்தும் பணி

இதயச் சுழற்சி. இதயத் தடுக்கிதழ்கள்

இதயப் பணிகளின் தொடர்நிலைகள் : குழாய்களில் குருதி தொடர்ந்து ஓடுவது இதயப் பணிகளால் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. ஒவ்வொரு முறை இதயம் சுருங்கும்போதும், குருதி இடது கீழறையிலிருந்து பெருந் தமனிக்குள்ளும், வலது கீழறையில் இருந்து நுரையீரல் தமனிக்குள்ளும் செலுத்தப் படுகிறது. இதயம் விரியும்பொழுது இடது மேலறை, நான்கு நுரையீரல் சிரைகளினாலும், வலது மேலறை மேல் பெருஞ் சிரை, கீழ்ப் பெருஞ் சிரை ஆகியவைகளினாலும் குருதியால் நிரப்பப்படுகிறது. இதயத்தின் ஒரு தனித்த சுருங்கி-விரிதலின் இடைப் பருவம்தான் ‘இதயச் சுழற்சி’ (cardiac cycle) எனப் படுகிறது. இதயச் சுருங்குதல் ‘சுருக்கு’ என்றும், விரி வடைதல் ‘விரிவு’ என்றும் அழைக்கப்படும்.

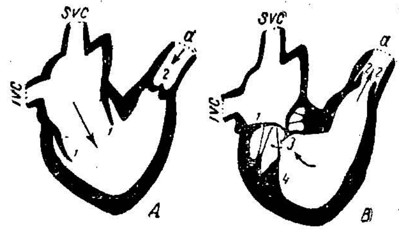
ஒவ்வொரு இதயச் சுழற்சியும், மேலறைகளின் சுருங்குதலில் தொடங்குகிறது. ‘விரிவு’ அதைத் தொடரு கிறது. கீழறைகள், மேலறைகள் சுருங்குதலின் முடிவில் சுருங்கத் தொடங்குகிறது. அதைத் தொடர்ந்து கீழறை விரிவடையும். அப்பொழுது மேலறைகளும் விரிவு பெறும். இதுவே இதயத்தின் அமைதி நிலையாகும்.

இதயத் தடுக்கிதழ்களின் பணிகள் : தடுக்கிதழ்கள் இதயத்தில் இருப்பதால்தான் அது சுருங்கும்போது குருதி ஒரே திசை நோக்கி, மேலறைகளிலிருந்து கீழறைகளுக்கும், கீழறைகளிலிருந்து தமனிகளுக்கும் செல்லுகிறது.

மேலறை-கீழறைத் தடுக்கிதழ்கள் (A. V. Valves) அவைகளுக்கிடையேயுள்ள குறுக்குச் சுவரில் பொருந்தி

யுள்ளது (ஈரிதழ் தடுக்கிதழ்கள் இடது புறத்திலும், மூவிதழ் தடுக்கிதழ் வலது புறத்திலும் அமைந்திருக்கின்றன).

இதயம் விரியும் பொழுதும், மேலறைகள் மட்டும் சுருங்கும் போதும் மேல்-கீழறைத் தடுக்கிதழ்களின் இதழ்கள், கீழறைகளினுள் அவற்றின் சுவர்களைத் தொடாமல் தொங்கும் (படம் 13A). அக்காலை சிரைகளினுல் இதயத்தை அடையும் குருதி மேலறைகளிலிருந்து எளிதாகக் கீழறைகளுக்குச் செல்ல இயலுகிறது.



படம் 13. இதயத் தடுக்கிதழ்களின் செயல் முறைகளைக் காட்டும் படம்

இடது: மேலறை சுருங்கும் பொழுதும், முழு இதயம் விரிந்த நிலையிலும் (கீழறை விரிதலின்பின்) தடுக்கிதழ்களின் அமைப்பு நிலை. இப்பொழுது மேல், கீழறைத் தடுக்கிகள் (1) திறந்தும், பிறை வடிவத் தடுக்கிதழ்கள் (2) மூடியும் உள்ளன.

வலது: கீழறை சுருங்கும்போது இருக்கும் நிலை. மேல் கீழறைத் தடுக்கிதழ்கள் மூடியும், பிறை வடிவத் தடுக்கிதழ்கள் திறந்தும் உள்ளன. (3) நாண்வரைத் தசைநார்கள் (4) நீள் கூம்புத் தசைகள்.

S.V.C. — மேற்பெருஞ்சிரை; I.V.C. — கீழ்ப் பெருஞ் சிரை.

கீழறைகள் சுருங்கத் தொடங்கியதும், கீழறைத் தசைகள் இறுக்கமடைந்து அவ் வறைகளினுள்ளிருக்கும் குருதியை ஆற்றலுடன் அழுத்துகின்றன. அதனுல் தடுக்கிதழ்களின் கீழறைப் பக்கங்களில், மேலறைப் பக்கங்களைவிட மிகுதியான அழுத்தம் உண்டாகிறது. இதனுல் மேலறை-கீழறைத் தடுக்கிகளின் இதழ்கள் ஒன்ருேடொன்று எதிர்கொள்ளச் செய்வதன்மூலம் படம் 13Bயில் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பைப் பெறுகிறது. கீழறைகளின் அழுத்தம் உயரும் பொழுது, அது மேல், கீழறைத் தடுக்கிகளை மூடும் ஆற்றலும் மிகுதியாகிறது.

மேல் கீழறைத் தடுக்கிகள் முதலிலேயே மேலறைகள் சுருக்கம் முடியும்பொழுது அதனுல் செலுத்தப்பட்ட, கீழறை

களில் பட்டுத் திரும்பும் குருதி அலைகளின் ஆற்றலால் மூடும்படி ஆயத்தம் செய்யப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் மேல் கீழறைத் தடுக்கிகளின் இதழ்கள் ஒன்றையொன்று எதிர் கொள்ளச் செய்கின்றது. அப்பொழுது கீழறைகள் சுருங்கத் தொடங்குவதால் உயரும் அதன் அழுத்தம் தடுக்கிதழ்களை ஒன்றோடொன்று ஒட்டச் செய்வதன்மூலம், அதை மூடு கின்றன.

தடுக்கிதழ்களின் ஓரங்களையும், கீழறைகளின் நீள் கூம்புத் தசைகளையும் (papillary) இணைக்கும் நாண்வரைத் தசை நார்கள் (chordae tendineae), மேல் கீழறைத் தடுக்கிதழ்களின் செயல் முறைகளில் பெரும் பங்கேற்கின்றன. நீள் கூம்புத் தசைகள் சுருங்கி நாண்வரைத் தசைநார்களை இறுக்குவதன் மூலம் தடுக்கிதழ்களைக் கீழறைகளை நோக்கி மடிக்கின்றன. இதனால் இதழ்களின் ஓரங்கள் தொடுவதோடு, சிறிது தொலை வுக்கு ஒன்றையொன்று தழுவிக்கொண்டும் இருக்கின்றன. இத்துடன், நாண்வரைத் தசை நார்களின் இழுவை, தடுக் கிதழ்களைக் கீழறைக் குருதியின் மிகும் அழுத்தத்தால் மேலறைக்குள் வளையாதவாறும் தடுக்கிறது.

மேல்-கீழறைத் துளைகளை அடைப்பதில், அத் துளைகளைச் சுற்றியிருக்கும் வட்ட வடிவத் தசைகளும் சிறிதளவு செயல் படுகின்றன. கீழறை சுருங்கும்பொழுது, மேல்-கீழறைத் துளைகள் சுருங்குவதால், குருதி திரும்பவும் மேலறைகளுக்குள் செல்லாதவாறு தடுக்கின்றது.

கீழறைகள் சுருங்கும்பொழுது, மேல் கீழறைத் தடுக் கிதழ்கள் இறுக்கமாக மூடாவிட்டால், குருதி தமனிகளுக்குள் மட்டுமல்லாது, இதய மேலறைகளுக்கும் செல்ல நேரும். இந்த நிலை 'மேல் கீழறைத் தடுக்கிதழ்களின் போதாமை' (insufficiency) என்றழைக்கப்படும். இந்நிலை, தடுக்கிதழ்கள் அழிவதால் மட்டுமல்லாமல், நீள் கூம்புத் தசைகள், நாண் வரைத் தசைநார்கள், மேல் கீழறைத் துளையைச் சுற்றி யிருக்கும் தசைகள் ஆகியவை பழுதடைதலாலும் ஏற்படலாம்.

மேலறைகளைவிடக் கீழறைகளில் அழுத்தம் மிகுந்தால் மேல்-கீழறைத் தடுக்கிகள் மூடிக்கொள்ளும்; அதனால் கீழறைகள் சுருங்கும்போது தடுக்கிதழ்கள் மூடியும், இதயம் விரியும் போதும் மேலறைகள் சுருங்கும்போதும் திறந்தும் இருக்கின்றன.

பிறை வடிவத் தடுக்கிகள் : குருதி இடது கீழறையிலிருந்து பெருந் தமனிக்குள் செல்லுமிடத்திலும், வலது கீழறையிலிருந்து நுரையீரல் தமனிக்குள் செல்லுமிடத்திலும் பொருந்தியிருக்கின்றன. இந்தத் தடுக்கிகள் அமைப்பில் மூன்று பைகளைப் போலிருக்கும். அதன் ஓரங்கள் பெருந் தமனியையும், நுரையீரல் தமனியையும் நோக்கியிருக்கும். இந்தக் குழாய்களின் சுவர்களுக்கும், தடுக்கிகளின் உட்பாகத்திற்கும் இடையிலுள்ள இடைவெளியில் குருதி நிரம்பியிருக்கும். பெருந் தமனியிலும் நுரையீரல் தமனியிலும் அழுத்தம் கீழறைகளைவிட மிகுதியாகும் பொழுது, குருதி தடுக்கிகளின் ஓரங்களை நேர்ப்படுத்தி, அவைகளை ஒன்றுடன் ஒன்று சேரும்படி இறுக்குகின்றது. கீழறைகளின் அழுத்தத்தைவிடப் பெருந் தமனியிலும், நுரையீரல் தமனியிலும் எவ்வளவு அழுத்தம் உயருகிறதோ, அதைப் பொறுத்துத் தடுக்கிகளின் ஓரங்கள் ஒன்றோடொன்று சேரும்படி அழுத்தப்படும்.

பிறை வடிவத் தடுக்கிகள், கீழறைகள் அழுத்தத்தைவிட பெருந்தமனி, நுரையீரல் தமனிகளின் அழுத்தம் உயரும் பொழுது மூடப்படுவதால், அவைகள் இதயம் விரிந்த நிலையிலுள்ளபோது மூடியும், கீழறைகள் சுருங்கும்போது மட்டும் குருதியை வெளிச் செலுத்துவதற்காகத் திறந்தும் இருக்கின்றன.

இதயச் செயல்முறைகளின் நிலைகள்

இதயக் கீழறைகள் ஒவ்வொரு முறை சுருங்கும் பொழுதும் ஆற்றலுடன் குருதியைத் தமனிகளுக்குட் செலுத்துவதன் மூலம், குருதிக்கு ஓட்டத்தைத் தருகிறது. இதயத்தில் நிறைந்த குருதி, அதன் சுவர்களால் அழுத்தப்படுகிறது. அவ் வழுத்தம் சுருங்குதலின்போது மிகுதியாகிறது. அவ் வழுத்தத்தால் குருதி எந்தத் திசையில் தடையில்லையோ, அத்திசை நோக்கிச் செலுத்தப்படுகிறது. அதாவது, தடுக்கிகள் திறக்கும் திசை நோக்கிச் செலுத்தப்படுகிறது.

இதயச் செயல் முறைகளைப் பற்றிப் புரிந்துகொள்ள, இதயச் சுழற்சியின் போது நிகழும் இதய அறைகளின் அழுத்த வேறுபாட்டை நாம் அறிவது இன்றியமையாததாகும்.

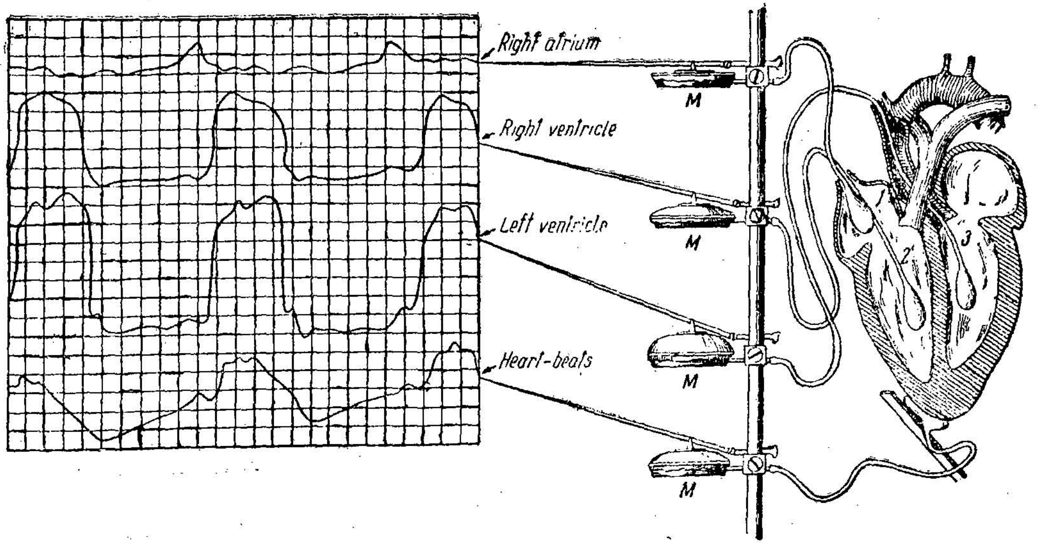
இதய அறைகளின் அழுத்தத்தைப் பதிப்பிக்கும் முறை : பாதரசத்தின் மிகு அடர்த்தியாலும், அதன் மிகு அசையாத் தன்மையாலும் அதன் அலைவரிசை இதய அறைகளின் குருதி

அழுத்த வேறுபாட்டுக் கேற்ப விரைவாக மாற இயலாதாகையால் பாதரச அழுத்த அளவையைப் (manometer) பயன்படுத்த முடியாது. இக் காரணங்களால் குறைந்த அசையாத் தன்மையுடைய தொலிஅழுத்த அளவை பயன்படுத்தப் படுகிறது. இதில் அழுத்த வேறுபாடுகள் உட்குழிவான பொதியின் (capsule) மேல் மூடப்பட்ட நீண்டு சுருங்கும் தன்மையுள்ள தொலியை இடம்பெயரச் செய்கிறது. இப் பொதி நீர்த்தன்மைப் பொருளால் நிரப்பப்பட்டக் குழாயின் மூலம் எந்த உறுப்பின் அழுத்த வேறுபாட்டை அளக்க வேண்டுமோ அவ் வுறுப்புடன் தொடர்பு கொள்கின்றது. ஒரு சிறிய கண்ணாடி இரப்பர் தொலியுடன் ஒட்டப்பட் டிருக்கிறது. வெளிச்சமானது,கண்ணாடியிலிருந்து திரும்பச்செலுத்தப்பட்டு ஒரு துளை வழியாகப் பின்புறத்தில் சுழன்றுகொண்டிருக்கும் தாளை நோக்கிப் பாய்கிறது.

நெஞ்சறையைத் திறக்காமலே இதய அறைகளின் அழுத்தத்தை அளக்க மேரி (Marey) என்பவர் 'இதயப் பதிவேடு செருகி' முறையை முன்வைத்தார் (cardiographic probe). இம் முறையில் உட்குழியான சிறுகுழாய் குரல்வளைச் சிரை (jugular) வழியாக வலப்பக்க இதயத்துக்குள் செலுத்தப் படுகிறது. இக் குழாயின் முனையில் ஊதும் இயல்புடைய பலூன் பொருத்தப்படுகிறது. பலூன் அழுத்த அளவையுடன் அச் சிறு குழாய் மூலம் தொடர்பு கொள்கிறது. இம் முறையில் அழுத்த அளவை இதயத்துக்குள் செருகப்பட்ட பலூனின் அழுத்த வேறுபாடுகளைப் பதிக்கிறது. இரண்டு குழாய்களையுடைய உட்செருகியையும் பயன்படுத்தலாம். இவ் வமைப்பில் குழாய்களுடன் பொருத்தப்பட்ட பலூன்கள் தனித்தனியாக மேலறை, கீழறைகளுக்குள் செருகப்படுகின்றன (படம் 14). 'இதயப்பதிவேடு செருகி' சில சமயங்களில் இதயச் சுவரை அறுப்பதன் வழியாக நேரடியாகவும் செருகப்படும்.

இம் முறைகள், வளர்ச்சியடைந்த விலங்கினங்களிலும் (நாய், குதிரைகள்) அறுவை முறையின்போது மனிதனிலும், இதய அறைகளின் அழுத்த வேறுபாடுகளைப் பதிவிக்க வகை செய்கிறது.

இதய மேலறைகள் சுருங்குதல் : இதயச் சுழற்சி, மேலறைகளின் சுருங்குதலுடன் தொடங்குகிறது. மேலறைகளின் அழுத்தம், சுருங்குதலால் உயருகிறது (2-5 மி. மீ. பாதரசம் Hg).



படம் 14. இதயப்பதிவு ஒலிகள் மூலமும், காற்றைச் செலுத்துவதன் மூலமும் இதய அறைகளின் அழுத்தத்தைப் பதிப்பிக்கும் முறை (சாவியு, மேரி ஆய்வுகள்)

பலூன்கள் குரல்வளைச் சிரை மூலம் வலது மேலறைக்குள்ளும், (1) வலது கீழறைக்குள்ளும், (2) கருத்துத் தமனி மூலம் இடது கீழறைக்குள்ளும், (3) செருகப்பட்டுள்ளன. பலூன்கள் காற்றல் நிரப்பப்பட்டு மேரியின் பதிக்கும் பொதிகளுடன் (Marey's recording capsules) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதய அறைகளின் ஒவ்வொரு அழுத்த மாறுபாட்டுக்கும் ஏற்ப உண்டாகும் அம்பில் அலை கைமோகிராப்பில் (Kymograph) பதிப்பிக்கப்பட்டுள்ளன. நுனித் துடிப்பினல் ஏற்படும் (apex beat) அசைவுகள் அதே சமயத்தில் 'மேரியின் பொதியால்' பதிப்பிக்கப்படுகின்றன.

மேலறைகளுக்கும் சிரைகளுக்குமிடையே தடுக்கிகள் இல்லை. ஆனால் மேலறைகள் சுருங்கும்பொழுது சிரைகளின் நுழைவாயிலைச் சுற்றியிருக்கும் வட்டவடிவச் தசை சுருங்குவதால் மிகக் குறைந்த அளவு குருதியே மேலறைகளிலிருந்து சிரைகளுக்குள் திரும்பவும் செல்கிறது.

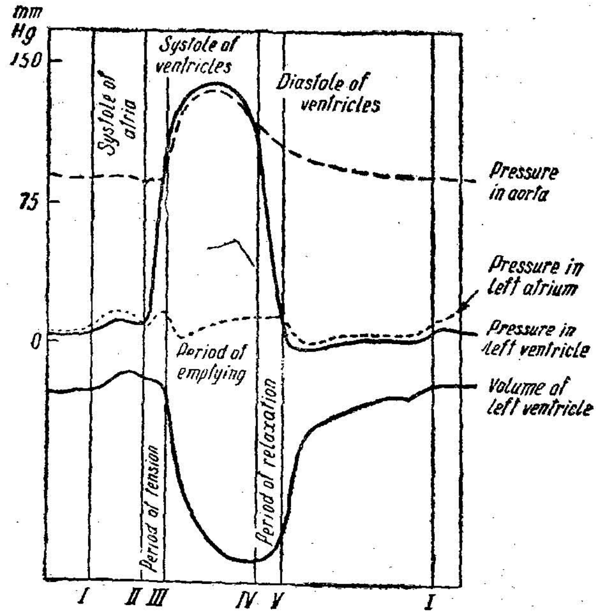
மேலறைச் சுருக்கத்தைத் தொடர்ந்து வரும் விரிவுநிலை, அடுத்த இதயச் சுழற்சியின் மேலறைச் சுருங்குதல் வரை நீடிக்கிறது.

கீழறைகளின் சுருங்குதல் : கீழறைகளின் சுருங்குதல், மேலறைகள் சுருங்குதலின் முடிவில் தொடங்குகிறது. இரு கீழறைகளும் ஒரே நேரத்தில் சுருங்குகின்றன. அதனால் ஏற்படும் தொடர் நிகழ்ச்சிகளும் இரண்டிற்கும் ஒன்றேயாகும்.

அழுத்தப் பருவம் : கீழறைத் தசைகள் சுருங்குவதால், அதனுள்ளிருக்கும் குருதியின் அழுத்தத்தை மிகுதியாக்குகிறது. கீழறைகளின் அழுத்தம் உடனே மேலறைகளின் அழுத்தத்தைவிட உயர்வதால், கீழறைச் சுருக்கம் தொடங்கிய உடனேயே மேல் கீழறைத் தடுக்கிகள் மூடிக் கொள்ளுகின்றன. பிறை வடிவத் தடுக்கிகள் சிறிது நேரம் கழித்துதான் திறக்கப் படுகின்றன. ஏனெனில், இடது கீழறை விரிவு முடிந்தும் கூட, பெருந்தமனியின் அழுத்தம் 50—70 மி. மீ. Hg. பாதரசமாக இருக்கும். கீழறைகளின் அழுத்தம், தமனியின் அழுத்தத்தை விடக் குறைவாக இருக்கும் வரையில் பிறை வடிவத் தடுக்கிகள் திறக்க இயலாது. சுருங்கும் கீழறையின் அழுத்தம், பெருந் தமனி, நுரையீரல் தமனிகளின் அழுத்தத்தை விட மிகுதியாவ தற்குச் சிறிது நேரமாகும். ஆகையால், கீழறைச் சுருங்குதலின் தொடக்கத்தில், முன்னதாகவே மூடப்பட்ட மேல் கீழறைத் தடுக்கிகளுக்கும், இன்னும் திறக்கப்படாத பிறை வடிவத் தடுக்கிகளுக்கும் இடையே கீழறைகள் மூடிய அறைகளாக உள்ளன.

நீர்த்தன்மைப் பொருட்கள் அழுத்தப்பட இயலாதாகையால், கீழறைத் தசை நார்கள் பிறைவடிவத் தடுக்கிகள் திறக்கப்படும் வரை குறுக இயலாது. ஆகையால், அந்தத் தசைகளின் சுருக்கத்தால், மேலும் இறுக்கம் மட்டுமே அடைய ஏதுவா கிறது. கீழறைச் சுருக்கத்தின் தொடக்கத்தில் நிகழும் இந்தக் குறுகிய கீழறைகள் மூடப்பட்ட நிலை ஏறத்தாழ .05 வினாடிகள் நீடிக்கும். இஃது 'அழுத்தப் பருவம்' அல்லது 'அழுத்த நிலை' எனப்படும். கீழறைத் தசைகள் குறுகாமலே இறுக்குவதன்

மூலம், இந்தக் குறுகிய காலத்தில் பெரும் அழுத்தத்தைக் குருதியின் மீது செலுத்துகின்றன. படம் 15 அழுத்தப் பருவத்தை விளக்குகிறது. இதில் மேல் கீழறைத் தடுக்கிகள் மூடப்பட்டு, பிறை வடிவத் தடுக்கிகள் திறக்கப்படும் வரை உள்ள இடைவெளியில், கீழறைகளின் கொள்ளளவும், பெருந்தமனியின் அழுத்தமும் மாறுபடாமல், கீழறைகளின் அழுத்தம் மட்டும் மிக விரைவாக உயர்வது காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 15. இதயச் சுழற்சியின்போது இடது கீழறைக் கொள்ளளவு வேறுபாடுகளும், இடது கீழறை, மே:றை, பெருந்தமனிகளில் நிகழும் அழுத்த வேறுபாடுகளும் பதிப்பிக்கப்பட்டுள்ளன.

I. மேலறை சுருக்கம் தொடக்கம்; II. கீழறை சுருக்கம் தொடக்கமும் மேல்கீழறைத் தடுக்கிகள் மூடுவதும்; III. பிறை வடிவத் தடுக்கிகள் திறத்தல்; IV. கீழறைச் சுருக்க முடிவும், பிறைவடிவத் தடுக்கிகள் மூடுவதும்; V. மேல்கீழறைத் தடுக்கிகள் திறத்தல் [இறங்கும் கோடு கீழறைகள் குருதியை வெளிச் செலுத்தும்போது நிகழும் கொள்ளளவு மாறுபாடுகளைக் காட்டுகிறது].

வெளிச் செலுத்தும் பருவம் : கீழறைத் தசைகளால் உருவாக்கப்பட்ட அழுத்தம் பெருந் தமனியின் அழுத்தத்தை விட மிகுந்தவுடன், பிறைவடிவத் தடுக்கிகள் திறக்கப்பட்டு வெளிச் செலுத்தும் பருவம் தொடங்குகிறது. இந்தப் பருவம் சுமார் 0·25 விநாடிகள் நீடிக்கும். படம் 15இல்காட்டப்பட்

டிருப்பதைப் போல் கீழறைகளின் அழுத்தத்தைக் குறிப்பிடும் கோடானது, பெருந்தமனியின் அழுத்தத்தைக் காட்டும் கோட்டைத் தாண்டி, குருதி கீழறையிலிருந்து வெளிச் செலுத்தப்படும் வரை அதற்கு மேலாகவே செல்லுகிறது.

இப் பருவத் தொடக்கத்தில் கீழறைகளில் அழுத்தம் விரைவாக உயர்ந்து 130—150 மி. மீ. Hg. பாதரசத்தை அடைகிறது. அதே நேரத்தில் குருதி விரைவாக வலது கீழறையிலிருந்து நுரையீரல் தமனிக்குள்ளும், இடது கீழறையிலிருந்து பெருந் தமனிக்குள்ளும் ஓடுகிறது. இத்துடன் கீழறைகளின் கொள்ளளவும் உடனே குறைகிறது. இந்தப் பருவம்தான் 'மிகுதிச் செலுத்தும் பருவம்' ஆகும்.

பிறைவடிவத் தடுக்கிகள் திறக்கப்பட்ட பின்னர் ஏறத்தாழ 0·05—0·1 விநாடிக்குள் இதயத்திலிருந்து குருதி பாயும் விரைவு குறைகிறது. கீழறைத் தசைகளின் சுருங்குதல்களும் மெலிவடைகின்றன. இடது கீழறையின் அழுத்தம் இன்னும் பெருந்தமனியின் அழுத்தத்தைவிட மிகுதியாகவே இருக்கிறது. அவைகளின் தசைகள் இன்னும் சுருங்கிக்கொண்டிருக்கின்றன. ஆனால் கீறை, பெருந்தமனி இரண்டிலும் அழுத்தம் குறையத் தொடங்குகிறது. இந்தப் பருவம் 'குறை வெளிச் செலுத்தும்' பருவம் (reduced ejection) எனப்படும்.

விரிதல் பருவம் : *பிறை வடிவத் தடுக்கிகள் திறக்கப்பட்டு* ஏறத்தாழ ·25—·[illegible] விநாடிகளுக்குப் பிறகு கீழறைகளின் சுருங்குதல் முடிந்து, விரிதல் தொடங்குகிறது. கீழறை விரிவு தொடங்கிய உடனேயே, அதன் அழுத்தம், பெருந்தமனியின் அழுத்தத்தை விடக் குறைவதால், பிறைவடிவத் தடுக்கிகள் மூடிக்கொள்கின்றன. இப்பொழுது மறுபடியும் ஏறத்தாழ 0·08 விநாடிப் பருவத்துக்கு, பெருந்தமனித் தடுக்கிகள் மூடியும், மேல்கீழறைத் தடுக்கிகள் திறக்கப்படாமலும், கீழறைகள் மூடிய அறைகளாக இருக்கின்றன. இப்பொழுது கீழறைகளின் அழுத்தம் பெருந்தமனியின் அழுத்த அளவிலிருந்து, மேலறைகளின் அழுத்த அளவுக்குக் குறைகிறது. இந்த அழுத்தம் மேலறைகளின் அழுத்தத்தைவிடச் சிறிது குறைந்தவுடன், மேல் கீழறைத் தடுக்கிகள் திறக்கப்படுகின்றன. இதய விரிதல், மறு சுழற்சியில் மேலறைச் சுருங்குதல் தொடங்கும் வரை நீடிக்கிறது.

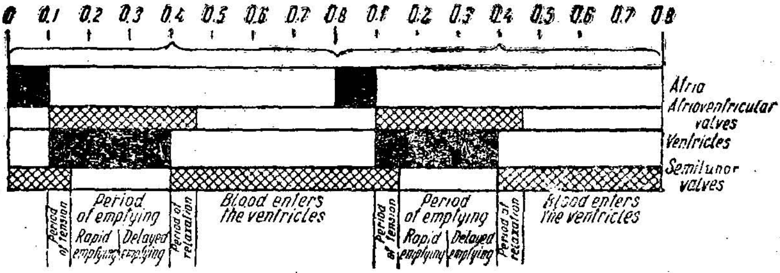
இதயத்தின் வலது பகுதி நிகழ்வுகள் : வலது பகுதியில் நிகழும் மாற்றங்கள் சிறிது குறைவான ஆற்றலுடனிருப்பினும்

இடது பகுதியில் நிகழ்வதை ஒத்திருக்கின்றன. இரு பக்கங்களிலும் தடுக்கிகள் திறப்பதும், மூடுவதும் ஒரே சமயத்தில் நடக்கின்றன. அழுத்தப் பருவம், வெளிச் செலுத்தும் பருவம் ஆகியவையும் ஒரே சமயம் நிகழ்கின்றன. படம் 15-ல் காட்டப்பட்டிருப்பது போல், இதயச் சுழற்சியில் நிகழும் வலப்புற, நுரையீரல் தமனிகளின் அழுத்த மாற்ற வளைவு கோடு, இடப்புறம், பெருந்தமனிகளின் அழுத்த மாற்ற வளைவு கோட்டை ஒத்திருப்பது இரு பகுதிகளிலும் ஒரே நிகழ்வுகள் நிகழ்கின்றன என்பதற்குச் சான்றாகும். இடது கீழறை, பெருந் தமனியைவிட, வலது கீழறையில் அழுத்தம் குறைவாய் இருப்பதுதான், இவைகளுக்கிடையே இருக்கும் ஒரே வேறுபாடாகும். விரிவின் இறுதியில் பெருந் தமனியின் அழுத்தம் 60-லிருந்து 80 மி. மீ. Hg. பாதரசம் ஆகும். ஆனால், நுரையீரல் தமனியில் இந்த அழுத்தம் 8-லிருந்து 15 மி.மீ. பாதரசம் மட்டுமேயாகும். அதேபோலக் குருதி விரைவாக இதயத்திலிருந்து வெளிச் செலுத்தப்படும்பொழுது பெருந் தமனியின் அழுத்தம் 130-லிருந்து 150 மி.மீ. Hg பாதரசமாக உயருகிறது; நுரையீரல் தமனியில் அழுத்தம் 15-லிருந்து 30 மி. மீ. ஆக உயருகிறது [வலது, இடது மேலறைகளில் இதயச் சுழற்சியில் நிகழும் அழுத்த மாறுபாடுகள் ஒரே தன்மை உள்ளனவாகும்].

இதய விரிவும், அதன் அறைகளில் குருதி நிறைவும் : கீழறைகள் சுருங்கும்போதெல்லாம், சிரைகளிலிருந்து குருதி இதய மேலறைகளுக்குள் செல்ல இயலும். அப்பொழுது மேல் கீழறைத் தடுக்கிகள், மேலறைகளைக் கீழறைகளிலிருந்து பிரித்திருக்கும். கீழறைகளின் சுருங்குதல், மேலறைகளுக்குச் சிறைகளின் மூலம் செல்லும் குருதியை விரைவு படுத்தவும் செய்கிறது. ஏனெனில், குருதி இதயத்திலிருந்து வெளிச் செலுத்தம்படும்பொழுது மேலறை-கீழறைகளுக்கு இடையேயுள்ள குறுக்குச் சுவர் இதய நுனியை நோக்கி இழுக்கப்படுவதால், மேலறைகள் விரிவடைகின்றன.

மேல்கீழறைத் தடுக்கிகள் திறக்கப்பட்டவுடன், மேலறைகளில் சேமிக்கப்பட்ட குருதி கீழறைகளுக்குப் பாய்வதால் பின்னதன் கனஅளவு மிகுகின்றது. இதய விரிதலின்போது சிரைகளால் மேலறைகளை யடைந்த குருதி, கீழறைகளுக்குள் பாயத் தொடங்குகிறது. கீழறை விரிதலின் முடிவும், அடுத்த இதயச் சுழற்சியில் மேலறைகள் சுருங்குவதன் தொடக்கமும் ஒரே காலத்தில் நிகழ்கின்றன.

இதயச் சுழற்சியின் பல்வேறு நிலைகளின் கால அளவு : இதயத் துடிப்பு நிமிடத்துக்கு 75 ஆக இருந்தால் இதயச் சுழற்சி 60 : 75 அதாவது ·8 விநாடிகளும், மேலறைகள் சுருங்குதல் 0·1 விநாடியும், அவைகளின் விரிதல் 0·7 விநாடிகளும், கீழறைகளின் சுருங்குதல் 0·3 விநாடிகளும், விரிதல் 0·5 விநாடிகளும் நீடிக்கும். ஆகவே, முழு இதய விரிவு 0·4 விநாடிகள் நீடிக்கும். இந்தக் கால அளவுகள் (படம் 16)



படம் 16. இதயச் சுழற்சியின் பலவேறு பருவங்களின் கால அளவுத் தொடர்புகள்

கறுப்பாக்கப்பட்ட பகுதிகள் மேலறை, கீழறைகளின் சுருக்கத்தைக் குறிக்கும். கோடிட்ட பகுதிகள் மேல் கீழறைத் தடுக்கிகளும், பிறை வடிவத் தடுக்கிளுகம் மூடிய பருவத்தைக் குறிக்கும். இரு 0.8 விநாடி காலமுடைய இதயச் சுழற்சிகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அனைத்தும் தொடர்புச் சிறப்பு மட்டுமே உடையன; இவைகளின் கால அளவு இதயத் துடிப்பின் விரைவைப் பொறுத்திருக்கிறது. இதயத் துடிப்பு விரைவாகும்போது, சுருங்குதல் காலம் சிறிதளவுதான் குறைகிறது. இதனால் இதயச் சுழற்சிக்கான கால அளவு குறைவதில் விரிதல் காலம் குறைவது தான் பெரும் பங்கேற்கிறது. சான்றாக, இதயத் துடிப்பு நிமிடத்துக்கு 120 ஆகும்பொழுது இதயச் சுழற்சி 0·5 விநாடிகளே நீடிக்கும்; கீழறைச் சுருங்குதல் 0·2 விநாடிகள் நீடிக்கும். அதுபோழ்து கீழறை விரிதலுக்கான கால அளவு குறைந்தது 0·3 விநாடிகளாக ஆகிறது.

தமனிகள், சிரைகளின் நாடி

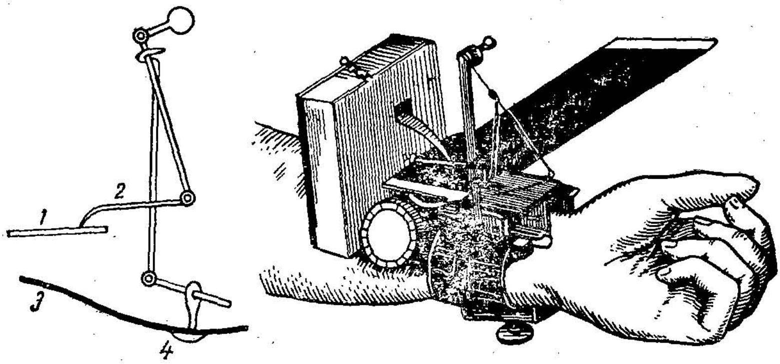
இதயத்தின் சுருக்கமும், விரிவும், அதற்கருகில் அமைந்திருக்கும் பெரிய தமனிகள், சிரைகளின் தொடர்ச்சியான அழுத்த மாறுதல்களுடன் பிரிக்க இயலாமல் தொடர்பு கொண்டுள்ளவை-நாடி அலைகள். ஆகவே, இதயப்பணிக

ளுடன் இவ்வலைகளின் நேரடித் தொடர்பைப் பற்றியும் அறிய வேண்டி இருக்கிறது.

தமனியின் நாடி (arterial pulse) என்றால் ஒவ்வோர் இதயத் துடிப்பின் போதும் தமனியின் சுவர்கள்மீது செல்லும், அதன் சுவர்களை விரியச் செய்யும் அலை என்பது அடிப்படைக் கருத்தாகும். இந்த அலைகளை மேலெழுந்தவாறாக உள்ள தமனிகள் மூலம் எளிதாகத் தொட்டறிய முடிகிறது. முன் கையில் நாடியைத் தொட்டறிவது நீண்ட நாட்களாக வழங்கி வரும் ஒரு வழக்கமாகும். அங்கு ஆரைத் தமனி (radial artery) தட்டையான எலும்பின்மீது மேலெழுந்தவாறாகச் செல்வதால் எளிதாகத் தொட்டறிய முடிகிறது. ஆரைத் தமனியின் நாடியைத் தொட்டறிவதன் மூலம் இதயப் பணிகளை மட்டு மல்லாது, தமனிச் சுவர்களின் நிலைபற்றியும் [அழுத்தம் இறுகிய தன்மை, நெளி தன்மை முதலியன] அறிய முடிகிறது. செயல் மருத்துவர்க்கு, ஓரத் தமனிகளில் நிகழும் நோய் மாறுபாடுகளைப் பற்றி நன்கறிய வாய்ப்பளிக்கிறது.

தமனிச் சுவர்களின் நாடி அலைகள் ஒவ்வோர் இயதச் சுருங்குதலின்போதும் பெருந் தமனியிலிருந்து தொடங்கி தமனி அமைப்பு முழுதும் பாய்ந்து செல்லுகிறது. இந்த அலைகள் தமனிகளின் மீள் தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

நாடிஅலை பரவும் விரைவும், தமனிகள் அமைப்பில் நிகழும் குருதி அழுத்த மாறுபாடுகளும் ஒத்த தன்மை



படம் 17. தமனி நாடி அளவை

உடையனவாகும். இந்த அலை வேகம் ஏறத்தாழ 5-லிருந்து 10 முறை குருதி ஓட்டத்தைவிட மிகுதியாகும். ஆகவே, நாடி

அலைகள் அனைத்துத் தமனிகளிலும் [பெருந்தமனி இதயத்தி லிருந்து நீங்கும் இடத்தைத் தவிர] இதயச் சுருங்குதலால் வெளிச் செலுத்தப்பட்ட குருதி அந்தத் தமனிகளை அடையு முன்பே உருவாகின்றன. தமனிச் சுவர்களின் மீள்தன்மை குறையும்பொழுது [சான்றுக வயதானவர்களில்] குருதி அழுத்தம் உயர்ந்து, நாடிஅலைகள் மிக விரைவாகப் பரவுகின்றன. அதுபோழ்து அவைகளின் வீச்சு அகலம் (amplitude) குறைகிறது. எளிதாகத் தொட்டறியும் தமனிச் சுவர்களின் நாடி அலைகளை ஒரு தனிக் கருவியான 'தமனி நாடி அளவை' மூலம் அளக்கலாம் (படம் 17).

ஒரு நாடி அலைப்பதிவு எப்பொழுதும் படம் 18-ல் காட்டியபடி ஓர் ஏறு கோடும் (anacrotism) ஓர் இறங்கு கோடும் (catacrotism) பல தொடர் அலைகளும் உடையது. ஏறு கோடு இதயம் சுருங்குவதால் உயரும் குருதி அழுத்தத்தாலும், இறங்கு கோடு இதயம் விரியும்போது மெல்லக் குறையும் அழுத்தத்தாலும் ஏற்படுகிறது. இரு இணை அலைகள் சுருங்குதலின்



படம் 18. சீரான நாடி அளவைப் பதிவு
1. முதன்மை அலை; 2. இரு இணை அலைகள்.

இறுதியில் பிறை வடிவத் தடுக்கிகளை எதிர்த்துத் துடிக்கும் குருதியால் நிகழ்கிறது. மூடிக்கொள்ளும் தடுக்கிகளை எதிர்த்துத் துடிக்கும் குருதி ஒரு அலையை உண்டாக்கி அதை ஓரத்தை நோக்கிப் பரப்புகிறது. ஓர் அலைப் பிரதிபலிப்பு உண்டாகிப் பெருந் தமனியின் அழுத்தத்தை உயர்த்துவதால், அதன் சுவர்களில் இருந்து ஒரு அலையைப் பரப்புகிறது. இப்படியாக இரு இணை அலைகளும் முதன்மையான அலைகள் தொடங்கும் இடத்திலேயே தொடங்கித் தமனிச் சுவர்களின் வழியாக அதே விரைவில் பரவுகிறது.

சில சமயங்களில் இரு இணை அலைகள் மிகப் பெரிதாகத் தோன்றும்பொழுது இதை இதய அலை எனத் தவறுகக் கருத நேரும் [நாடித் துடிப்பை, இதயத் துடிப்புடன் ஒப்பிடுதலால் இதைத் தவிர்க்க முடியும்]. இது வழக்கமாகத் தமனிகளின் குறைந்த அழுத்தத்தால் நிகழ்கிறது.

நாடி அலைகள் [அழுத்த வேறுபாடுகளைப் போலவே] தமனிகளின் வழியாக ஒரு குறிப்பிட்ட விரைவுடன் [6—12 மைல்கள் ஒரு விநாடியில்] பரவுகிறது. தமனியின் மீளும் ஆற்றல் குறைவதைப் பொறுத்து இதன் விரைவு மிகுதியாகும். நாடி அலை 80 செ. மீ. தொலைவிலுள்ள ஆரைத் தமனிக்குச் செல்ல 0·04-லிருந்து 0·08 விநாடிகளாகிறது.

நாடியில் நிகழும் சில மாற்றங்களை நாடியைத் தொட்டுப் பார்ப்பதன் மூலமே அறியலாம். தமனியைச் சிறிது அழுத்துவதாலேயே நாடி அலைகள் மறைந்து விடுமேயானால் அதனை 'மென்மை நாடி' அல்லது மோலிசு நாடி என்பர். இவ் வகையான நாடியை அடிக்கடிக் காய்ச்சலின்போது தொட்டறியலாம்.

இந்த நாடியின் எதிர் நிலை, தமனிச் சுவர்களின் உயர்ந்த அழுத்த நிலையைக் குறிப்பதாகும். இவ்வகை நாடி சிறு நீரக சுழற்சியிலும் (nephritis) ஈயம் உடலில் மிகுதியாக இருக்கும் பொழுதும் காணப்படும்.

எவ்வளவு விரைவில் உருவாகிறது என்பதைப் பொறுத்து, 'விரைவு நாடி' என்றும் 'விரைவற்ற நாடி' என்றும் நாடியானது பிரிக்கப்படும். விரைவு நாடி பெருந் தமனியின் பிறை வடிவத் தடுக்கிகளின் போதாமையைக் குறிக்கும் ஓர் அறிகுறியாகும். விரைவற்ற நாடி தமனிச் சுவர்களின் விரிவுத் தன்மையில்லாமையால் நேரும்.

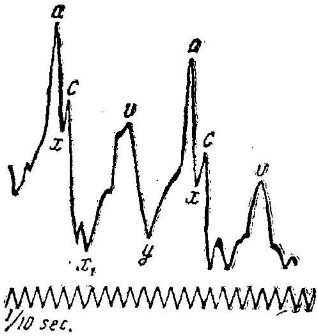
இரு (ஆரைத்) தமனிகளின் நாடியைத் தொட்டறியும் போது, அவைகளில் மாறுபாடிருந்தால் அது பெருந்தமனி வீக்க நோயைக் (aortic aneurysm) குறிக்கும்.

சிரை நாடி (venous pulse) இதயத்துக்கு அருகாமையிலுள்ள சிரைகளில் இதயச் செயல் முறைகளால் நிகழும் அழுத்த வேறுபாடுகளையும், அதனால் சிரைச்சுவர்களில் தோன்றும் அலைகளையும் கண்டறிய இயலும். இந்த அலைகளுக்குச் சிரை நாடி எனப் பெயரிடப்பட்டது.

சிரை நாடியைப் பதிவு செய்ய, உட்குழிவான ஊசியின் ஒரு முனையைத் தோலைத் துளையிடுவதன் மூலம் இதயத்துக்கு அருகிலிருக்கும் சிரைக்குள் [வழக்கமாக குரல்வளைச் சிரை] செருகவேண்டும். ஊசியின் மற்றொரு முனை அழுத்த அளவையுடன் இணைக்கப்பட்டு இருக்கும். இந்த

அளவை, அழுத்த வேறுபாடுகளை மேரியின் பதிக்கும் பொதியில் பதிப்பிக்கும்.

சிரை நாடியின் வரை படம் (phlebogram) சிரை அழுத்த உயர்வைப் பொறுத்து மூன்று அலைகளைக் காட்டுகின்றது [a, c, v]. a அலை வலது மேலறை சுருங்குவதால் உருவாகிறது. வலது கீழறையில் அழுத்தம் ஏற்பட்டு, அழுத்தம் அந்த மூடிய அறைக்குள் உயர்வுதால், அது மேல் கீழறைத் தடுக்கிகளின் மூலம் வலது மேலறைக்கும், அதன் அருகாமையிலிருக்கும் சிரைகளின் குருதிக்கும் பரப்பப் பட்ட அழுத்தமே c அலைக்குக் காரணமாகும். v அலை கீழறைச் சுருங்குதலின் பின் பகுதியில் சிரைகளிலிருந்து குருதி மேலறை களுக்குள் செல்வதால் ஏற்படு கிறது. கீழறைகள் குருதியை வெளிச் செலுத்தத் தொடங்கும் போது நிகழும் மேலறை அழுத்தக் குறைவுதான் வளை கோட்டில் உடனடி மாற்றத்தை [cயிலிருந்து x_1] ஏற்படுத்துகிறது.

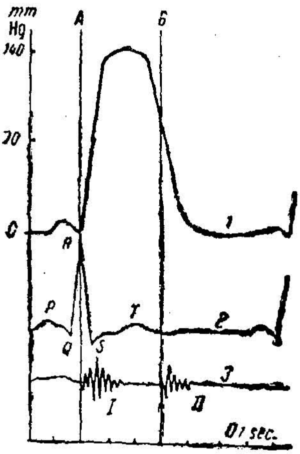


படம் 19. சிரை நாடி வரை படம்

இப்படியாகச் சிரை நாடி வரைபடம், மேலறைகள் சுருங்கு வதால் பெரிய சிரைகளில் நிகழும் அழுத்த வேறுபாடுகளையும், கீழறை சுருங்கும்போது நிகழும் அழுத்தப் பருவத்தையும், கீழறையிலிருந்து குருதி வெளிச் செலுத்தப்படுவதையும், மூவிதழ் தடுக்கி திறந்தவுடன் குருதி மேலறையிலிருந்து கீழறைக்குப் பாய்வதையும் காட்டுகிறது [vயிலிருந்து yக்கு அழுத்தம் குறைதல்].

11. இதயச் செயல்முறைகளின் தொடர்பான இயங்கியல் நிகழ்ச்சிகள். இதய ஒலிகள்

இதய ஒலிகளின் தன்மையும், அவைகளைப் பதிப்பித்தலும்: சீரான ஒவ்வொரு இதயச் சுழற்சியிலும் இரு தனித் தனியான ஒலிகளைக் கேட்டறியலாம். இந்த ஒலிகள் ‘இதய ஒலிகள்’ எனப்படும். இரு ஒலிகளும் உண்மையாகவே ஓர் இதயச் சுழற்சியின் தொடர்புடையதென்பதை, இதய ஒலிகளையும், தமனிச் சுவர்களின் நாடி அலைகளையும் ஒரே நேரத்தில் எண்ணுவதன் மூலம் தேர்ந்துணரலாம். பொதுவாக இதய ஒலிகள் நாடி அலைகளைப்போல் இரு மடங்காக இருக்கும்.



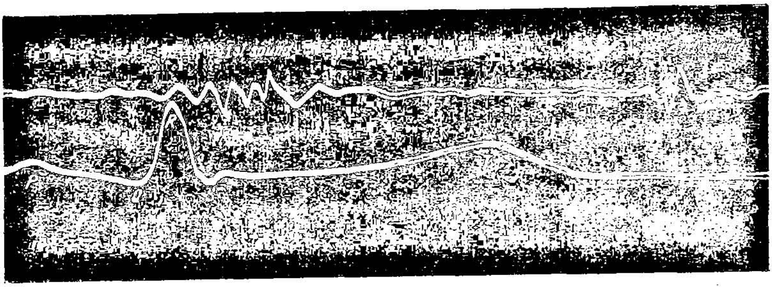
படம் 20. இதய ஒலிகளின் படம்

(3) இடது கீழறை அழுத்த வேறுபாடுகளுடன் ஒப்பிடுவது; (1) இதயமின் பதிவு; (2) செங்குத்துக் கோடுகள் A யும் Bயும் கீழறைகளின் சுருக்கத் தொடக்கத்தையும், முடிவையும் குறிப்பிடுகின்றன. ரோமன் எண்கள் இதய முதல், இரண்டாவது ஒலிகளைக் குறிப்பிடுகின்றன.

முதலில் ஒரு நீண்ட, ஒலி குறைந்த, ஒலியைக் கேட்கிறோம். இதுதான் ‘முதல் இதய ஒலி’ என்றழைக்கப்படுகிறது. அதற்கடுத்து ஒரு குறைந்த இடைவெளிக்குப் பிறகு, அதிர்வில் உயர்ந்த, ஆனால், குறுகிய ஒலியான ‘இரண்டாவது ஒலி’ தொடர்கிறது. அதன் பின்பு இரு ஒலிகளுக்கும் இடையிலிருந்ததைவிடப் பெரிய இடைவெளி தோன்றும். புதிய இதயச் சுழற்சியுடன் இரு நுண்மையான ஒலிகளின் சத்தங்களும் மீண்டும் கேட்கின்றன (படம் 20).

இதய ஒலிகளைக் காதை நெஞ்சுடன் ஒட்டி வைத்துக் கேட்கலாம். ஆனால் எளிதாகத் 'தொலை ஒலிக் கருவி' (phonendoscope) மூலம் கேட்க இயலும். தொலை ஒலிக் கருவி, ஏற்கும் பொதியையும் அது அனுப்பும் ஒலியை ஏற்றுப் பெருக்கும் ஆற்றலையுடைய சவ்வையும், அது பெருக்கிய ஒலிகளைக் காதில் செருகப்பட்ட குழாய்களுக்கு எடுத்துச் செல்லும் இரப்பர் குழாய்களையும் உடையது.

இதய ஒலிகளைப் பதிப்பதற்கு அவை வழக்கமாக மின் அலைகளாக மாற்றப்படும். ஒவ்வொரு ஒலியாலும் உருவாகும் மின் அலைகளை மின்னோட்ட அளவை (galvanometer) அல்லது 'ஊசலாடு பதிவேடு கருவி' (oscillograph) மூலம் கண்டறியப் படுகிறது. அவ் வலைகளை மின்னோட்ட அளவையின் கண்ணாடி மூலம் அசையும் நிழற் படம் மீது எதிர்வீச்சாக விழச் செய்வதன் மூலம் பதிப்பிக்க இயலும் (படம் 21).



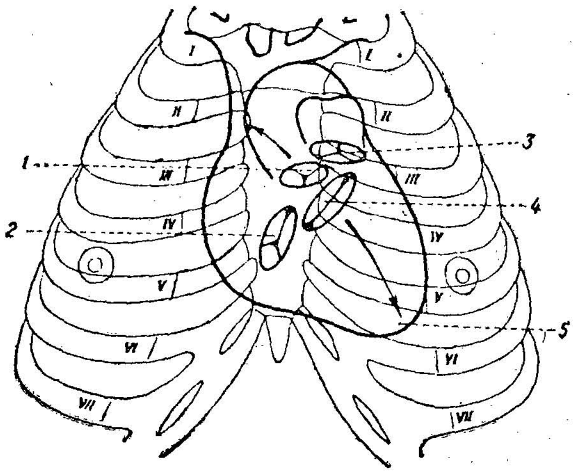
படம் 21. இதய ஒலிகளின் பதிவும் (மேலே) இதய மின் பதிவும் (கீழே)

இதய ஒலிகளுக்கான காரணங்கள்: ஒரே நேரத்தில் இதயக் கீழறைகளின் அழுத்தத்தையும், இதய ஒலிகளையும் பதிவு செய்வதன் மூலம் (படம் 20, 21) முதல் ஒலி கீழறைச் சுருங்குதலின் தொடக்கத்தில் தோன்றுவதையும், அது 0·12 விநாடிகள் நீடிப்பதையும் காணலாம் [அழுத்தப் பருவம் முழுவதும், வெளிச் செலுத்தும் பருவத் தொடக்கத்திலும் நீடிக்கிறது]. இந்த ஒலி, 'சுருங்குதல் ஒலி' என்றழைக்கப்படும்.

இரண்டாவது ஒலி பிறை வடிவத் தடுக்கிகள் மூடும் பொழுது தோன்றி, 0·08 விநாடிகள் நீடிக்கிறது. இந்த ஒலி 'விரிதல் ஒலி' எனப்படும்.

முதல் ஒலிக்குப் பல்வேறு காரணக் கூறுகள் பொறுப் பாகும். முதல் ஒலியின் தொடக்கப் பகுதி மேலறைகள்

சுருக்கத்தின் தொடர்பான ஒலி நிகழ்ச்சிகளால் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. கீழறை அழுத்தம் உயர்வதால் நிகழும் நாண்வரைத் தசை நார்களின் அசைவுகளும், மேல் கீழறைத் தடுக்கிகளின் அசைவுகளும் குறிப்பிடுமளவுக்கு இவ் வொலியில் பங்கேற் கின்றன. கீழறைத் தசைகளின் சுருக்கங்கள்தான் இவ் வொலியின் முதன்மைக் காரணமாகும். இதை விலங்குகளில் நடத்திய ஆய்வுகளிலிருந்து, மேல் கீழறைத் தடுக்கிகள் அழிக்கப்பட்ட பின்னும் முதல் ஒலியைக் கேட்க இயன்றதன் மூலம் காட்டப்பட்டது. மற்ற நிகழ்ச்சிகள் அனைத்தும் மாறாம லிருக்கும்பொழுது, கீழறைகள் சுருங்குதலால் அவைகளில் எவ்வளவு விரைவாக அழுத்தம் உயருகிறதோ அவ்வளவிற்கு முதல் ஒலியும் பெரிதாக இருக்குமென நம்பப் பல காரணங்க ளுண்டு.



படம் 22. நெஞ்சறையில் இதய நிலையும், ஒலி கேட்கும் பகுதிகளும்
1. பெருந் தமனித் தடுக்கியின் நிலை; 2. மூவிதழ் தடுக்கியின் நிலை; 3. நுரையீரல் தமனித் தடுக்கிகளின் நிலை; 4. ஈரிதழ் தடுக்கியின் நிலை; 5. இதய நுனி. கீழ் அம்புக்குறி ஈரிதழ்த் தடுக்கியைச் சோதித்தறியும் பகுதியையும், மேல் அம்புக்குறி பெருந் தமனித் தடுக்கியைச் சோதித் தறியும் பகுதியையும் காட்டுகின்றன.

பிறை வடிவத் தடுக்கிகள் மூடப்படுவதாலும், மீள் தன்மை யுள்ள அதன் சுவர்களின் அதிர்வுகளாலும் இரண்டாவது இதய ஒலி தோன்றுகிறது. பெருந் தமனியின் அழுத்தம் எவ்வளவு மிகுதியாகிறதோ [அதேபோல்தான் நுரையீரல் தமனியிலும்] அதைப் பொறுத்து இரண்டாவது ஒலியும் பெரிதாக இருக்கும்.

இதயப் பணிகளில் ஏற்படும் தொல்லைகள், ஒலி நிகழ்ச்சிகளில் மாறுதலை விளைக்கும் தன்மையுள்ளதால் இதய ஒலிகளைத் தேர்ந்தாராய்வது (investigation) மிக இன்றியமையாதது. சான்றாக, ஈரிதழ்த் தடுக்கி தன் நிலை மாறினால் இடது கீழறை சுருங்கும்பொழுது குருதி பெருந் தமனிக்குள் மட்டுமல்லாது இடது மேலறைக்குள்ளும் திரும்பச் செல்லும். சுருங்கும்பொழுது, கீழறை முழுவதும் மூடாமையால் அழுத்தம் உயர்வது தடைப்படும். ஈரிதழ் தடுக்கிகளின் அதிர்வும், நாண்வரைத் தசைநார்களின் அதிர்வும் மெலிகின்றன. ஆகவே, முதல் ஒலி, ஒலி குறைந்து கேட்கிறது. கீழறையிலிருந்து மேலறைக்குப் பாயும் குருதி, தற்செயல் முரண் ஒலியை, சுருங்குதல் முழுவதும் உண்டு பண்ணும் (சுருக்கல் முரண் ஒலி) பெருந் தமனியின் தடுக்கிகள் சரியாக மூடப்படாவிட்டால் கீழறை விரியும்பொழுது குருதி பெருந் தமனியிலிருந்து மீண்டும் கீழறைக்குள் செல்வதால் 'விரிவு முரண் ஒலியை' (diastolic murmur) உண்டாக்கும்.

இதய ஒலிகளைத் தனித்தனியாகக் கேட்டறிதல் : முதல் இதய ஒலி மேல் கீழறைத் தடுக்கிகள் அமைந்திருக்கும் பகுதியிலும், இரண்டாவது ஒலி பிறை வடிவத் தடுக்கிகள் அமைந்திருக்கும் இடத்திலும் உருவாகின்றன. உருவாகிற இடத்திலிருந்து பரவும் ஒலி அலைகள் நெஞ்சறையின் பல்வேறு உறுப்புகளாலும் திசுக்களாலும் ஒரே அளவில் தடை செய்யப்படுவதில்லை. நெஞ்சுச் சுவரின் முன் பக்கத்தில் பல்வேறு பகுதிகளில் கேட்டறிதல் மூலம் நான்கு தடுக்கிகளின் செயல் முறைகளால் தோன்றும் ஒலி நிகழ்ச்சிகளைத் தனித்தனியாக அறிய இயலும்.

நெஞ்செலும்பின் வலப்பக்கம் இரண்டாவது விலா இடைவெளியில் கேட்டறியும் 'இரண்டாவது ஒலி' பெருந்தமனித் தடுக்கிகள் மூடுவதுடன் தொடர்புடையது. அதே போல நெஞ்செலும்பின் இடப்பக்கம் இரண்டாவது விலா இடைவெளியில் கேட்கும் 'இரண்டாவது ஒலி' நுரையீரல் தமனித் தடுக்கிகள் மூடுவதுடன் தொடர்புடையது. 4ஆவது 5ஆவது விலா எலும்புகள் நெஞ்செலும்புடன் சேரும் இடங்களுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளியில் கேட்கும் முதல் ஒலி, வலது கீழறைத் தசைகளின் செயல்களால் உருவாகும் ஒலி நிகழ்வுகளாலும், மூவிதழ் தடுக்கி மூடுவதால் உருவாகும் அதிர்வுகளாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

இதய வடிவம், இதயப் பதிவேடு, இதயத்துடிப்பு

கீழறைகள் சுருங்கும்பொழுது, இதயம், நெஞ்சறையில் தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்கிறது. அதனுடைய அடிப்பகுதி கீழே செல்கிறது. பெருங் குழாய்கள் நீட்டப்படுகின்றன. விரிதலின்பொழுது திரட்சியற்றிருக்கும் (flabby) இதயம், சுருங்குதலின்போது கடினத் தன்மையும், குறுகிய தன்மையும் பெறுகிறது. இதயம் சுருங்கும்போது இதயநுனி, அவ்வளவு இடம் மாறுவதில்லை. ஆனால், முழு இதயமும் இடது புறத்திலிருந்து வலது புறமாகத் திரும்புகிறது. இடது கீழறை நெஞ்சுச் சுவருடன் அழுத்தப்படுகிறது. இந்த நிகழ்ச்சிகள் நெஞ்சின் மேல் பகுதியில் இதயத் துடிப்பாக, 5ஆவது இடது விலா இடைவெளியில் காரை எலும்பின் நடுவிலிருந்து இழுக்கப்பட்ட கோட்டிற்குச் சிறிது உட்பகுதியில் தொட்டறிய இயலும்.

இதயத் துடிப்பின் பதிவு இதயப் பதிவேடு எனப்படும்.

இதய வடிவ அமைப்பைத் தட்டிக்கேட்டு அறிதல் மூலம் எளிதாகக் கண்டு பிடிக்கலாம். நெஞ்சின்மீது வைக்கப்பட்ட விரலைத் தட்டினால் இதயம் இருக்கிற இடத்தில், நுரையீரல் இருக்கிற இடத்தைவிட மந்தமான ஒலியாகக் கேட்பதால், இது இயலுகிறது. X-கதிர்களால் நிழற்படம் எடுப்பதுதான் இதய வடிவைக் கண்டு பிடிக்கும் சரியான முறையாகும். இக் கதிர்கள் நுரையீரல்களை விடக் குறைந்த அளவு தான் இதயத்தை ஊடுருவ இயலும்.

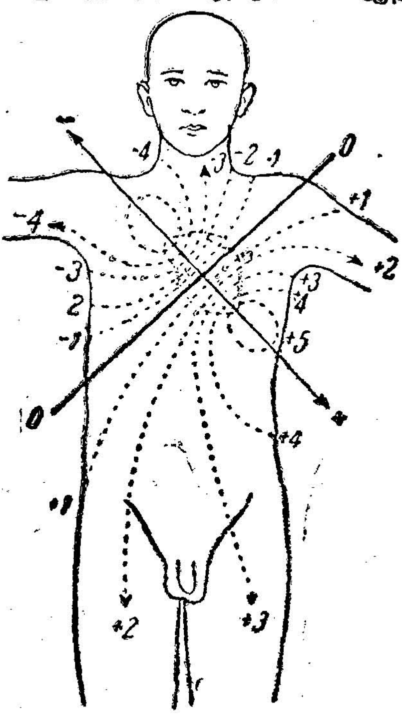
இதய வடிவு, குருதியால் அறைகள் பெருப்பதைப் பொறுத்தும், அதன் தசைகளின் தடிப்பைப் பொறுத்தும் மாறுபடும். இதயம் பொதுவாக 250-லிருந்து 350 கிராம் [உடலின் எடையில் 0·4—லிருந்து 0·5%] எடையுள்ளதாகும். குருதி அழுத்தம் உயர்வதாலும், இதய நோய்களாலும் பெருத்த இதயம், அதன் தசைத் தடிப்பிற்கு வழிகோலுகிறது; அதாவது, தசைத் திரட்சி மிகுதியாகிறது. இது புதிய தசை நார்கள் உருவாவதனால்விட தசை நார்கள் பருப்பதால் உண்டாகிறது.

இதய மின் பதிவு
(Electro-cardiography)

இதயச் செயல் மின்னோட்டமும், அதன் பதிப்பும்: முன்பே கூறியபடி தூண்டப்பட்ட ஒவ்வொரு திசுப் பகுதியும், மீதிப் பகுதியுடன் ஒப்பிடும்போது, மின்

எதிர் துருவமாகிறது. இரு மின் ஏற்பிகளை, ஒன்றைத் தூண்டப்பட்ட இடத்திலும், மற்றொன்றைத் தூண்டுகை சென்றடையாத இடத்திலும் வைத்து அதை ஒரு மின்னோட்டமானியுடன் இணைப்பதன் மூலம், தூண்டுதலினால் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதித் திசுவில் நிகழும் செயல் மின்னோட்ட வேறுபாடுகளைக் கண்டு பிடிக்கலாம். தூண்டுகை உறுப்பின் எல்லாப் பகுதிக்கும் பரவி வரும்பொழுது, எல்லாப் பகுதியும் ஒரே நிலையில் இருப்பதால் இரண்டு முனைகளுக்கிடையே மின் ஆற்றல் வேறுபாடுகள் இருக்க இயலாது.

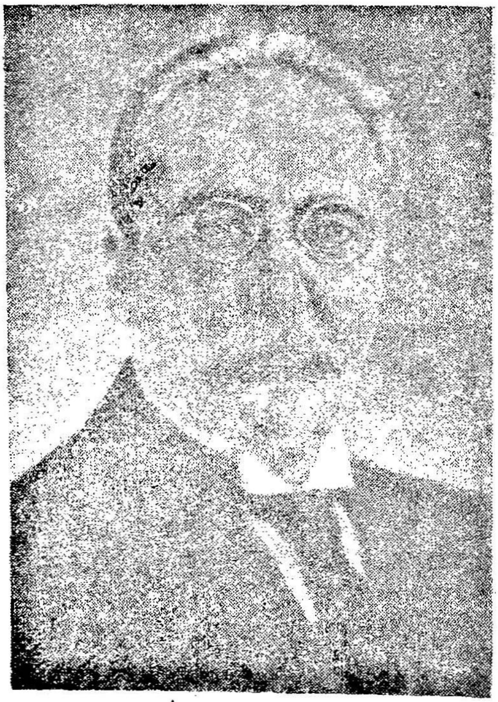
இதயம் இயங்கும்பொழுது மின் ஆற்றல்வெளிப்படுகிறது. மின் ஆற்றலில் வேறுபாடு நிகழும் இடத்திலிருந்து, மின் ஆற்றல் அலைகள் அனைத்துத் திசைகளிலும் பரவுகின்றன. இதயம் நெஞ்சறையில் ஒரே நிலையில் அமைக்கப்படவில்லை. இதயத்தில் ஏதேனும் ஒரு பகுதியில் தோன்றும் மின் ஆற்றல் வேறுபாடுகள் படம் 23-ல் காட்டியிருப்பது போல் உடலின் பல பகுதிகட்கும் பரவுகின்றன. உடலின் வேறுபட்ட இரு முனைகளை, இதய மின்னாற்றல் அச்சுடன் கூர்மையான அசையும் தன்மையுள்ள கருவியால் இணைப்பதன் மூலம், இதயத்தின் மின் நிகழ்வுகளைப் பதிப்பிக்க இயலும்.



படம் 23. இதயச் செயலால் உருவான மின் ஆற்றல் உடலின் பகுதிகளுக்குப் பரவுதல்

இதயச் செயல்களினால் ஏற்படும் மின்நிகழ்வுகளைச் செய்முறை மூலம் ஆய்வது ஈந்தோவன் (W. Einthoven —1903) பயன்படுத்திய இழை மின்னோட்ட அளவையின் மூலம் இயன்றது. இக்கருவி மிகச் சிறிய மின் ஆற்றலையும், மிக விரைவான மின் ஓட்டங்களையும் பதிப்பிக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தது (இக் கருவியில் ஆற்றல் வாய்ந்த மின் காந்த

ஈர்ப்புப் பரப்பில் பொறுத்தப்பட்ட மிகக் கூரான இழை, மின் ஓட்டம் அதில் பாயும்பொழுது தன் நிலையிலிருந்து விலகிச் செல்லுகிறது. இந்த விலகுதல் கண்ணாடி அமைப்புகளால் பெரிதாக்கப்பட்டுப் பதிப்பிக்கப்படுகிறது. தற்பொழுது இழை மின்னோட்ட அளவையை விடுத்து நிலைமாறும் தனி ஊசல் பதிவுகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதய உயிர்-மின்னாற்றலைப் பதிப்பிப்பதற்கென்றே ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட கருவிகள் அனைத்தும் 'இதய மின் பதிவிகள்' எனப்படும்.

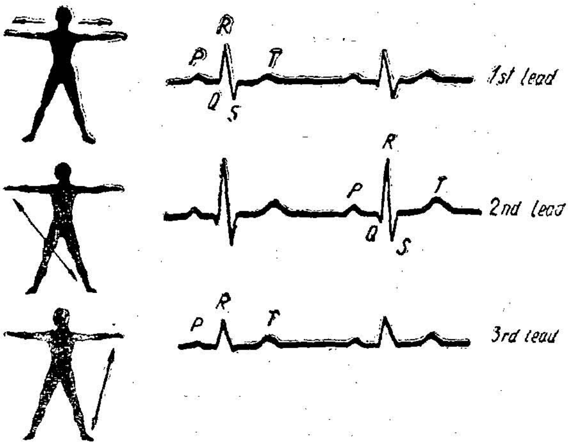


A. சாமாய்லால்

செயல் முறை மறுத்துவத்தில் மனித இதயத்தின் மின் ஆற்றல் வேறுபாடுகளைப் பதிப்பிக்க உடலின் கீழ்கண்ட இடங்களிலிருந்து மின் ஆற்றல்கள் இதய மின் பதிப்பிக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன (படம் 24).

முதல் மின்தக்கை—வலது, இடது கைகள்.
இரண்டாவது மின்தக்கை—வலது கை, இடது கால்.
மூன்றுவது மின்தக்கை—இடது கை, இடது கால்.

நெஞ்சு மின்தக்கைகளும் அடிக்கடிப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன; இதில் ஒரு மின் தக்கை நெஞ்சின் மேலும், மற்றொன்று வழக்கமாக ஏதாவது ஒரு கையுடனும் பொருத்தப் படும். தற்பொழுது உணவுக் குழாய்த் தக்கைகளும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இதில் ஒரு மின்தக்கை உணவுக் குழாய்க்குள் செருகப்படும். இம் முறையில் மின் ஏற்பி இடது

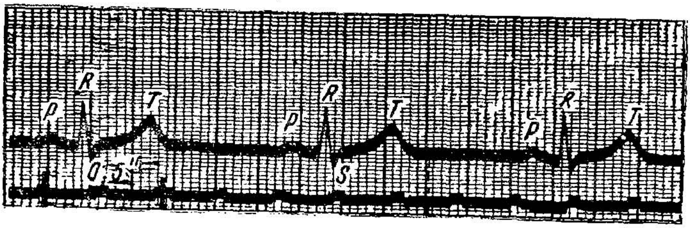


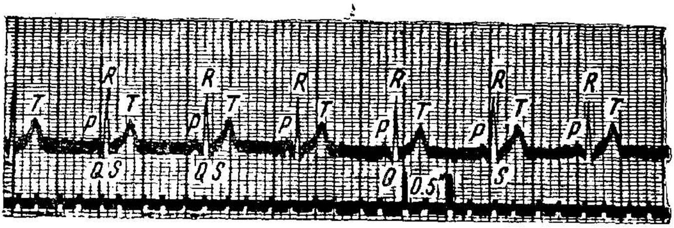
படம் 24. இதய மின் பதிவேடு ஆய்வுகளில் பயன்படுத்தப்படும் வழக்கமான மின் தக்கைகள்

மேலறைக்கு அருகில் இருப்பதால், மேலறைகளின் மின் ஆற்றல்களை இதய மின் பதிவேட்டில் தனித்தனியே அறிய இயலுகிறது. பல்வேறு மின்தக்கைகளைக் கொண்டு பதிக்கப் பட்ட இதய மின் பதிவேடுகளை ஒப்பிடுவதன் மூலம் நெஞ் சறையில் இதயத்தின் மாறுபட்ட அமைப்பையும், எப்பகுதிச் செயல்கள் இதய மின் பதிவேட்டில் மாறுபாடுகளை நிகழ்த் தின என்பதையும் அறிய இயலும். இதய நோய்களைப் பற்றி முடிவெடுக்க 'இதய மின் பதிவேடு' மிக இன்றியமையாத தாக வளர்ந்து விட்டது.

இதய மின் பதிவேட்டு விளக்கம்: படம் 25 நலமான வரின் இதய மின் பதிவைக் காட்டுகிறது. இதயப் பதிவில் ஒவ்வொரு இதயச் சுழற்சிக்கும் தொடர்புள்ள மூன்று பெரிய அலைகள் நடுக் கோட்டிலிருந்து மேல் நோக்கியும், இரண்டு சிறிய அலைகள் கீழ் நோக்கியும் இருக்கின்றன. இந்த அலைகளை

இடது புறத்திலிருந்து வலது புறமாக P,Q,R,S,T என்று குறிப்பிடுவது வழக்கம். அதில் P,R,T மேல் நோக்கியிருக்கும் பெரிய அலைகளையும், Q,S கீழ் நோக்கியிருக்கும் சிறிய அலைகளையும் குறிக்கின்றன [முதல், இரண்டாம் தக்கைகளில்].





படம் 25. வெவ்வேறு விரைவுகளில் பதிவு செய்யப்பட்ட இரு சீரான மனிதர்களின் இதய மின் பதிவேடுகள்.

அலை, P மேலறைகள் தூண்டப்படுவதால் ஏற்படுகிறது. தூண்டுதலால் நிகழும் மேலறையின் மின் ஆற்றல் அதன் தசைகள் சுருங்கத் தொடங்குவதைவிட 0·01-லிருந்து 0·02 வினாடிகள் முன்னரே உருவாகும். P அலை, வலது, இடது மேலறைகளில் உருவான மொத்த மின்ஆற்றலினால் நிகழ்கிறது. ஆய்வுகள் மூலம் இடது மேலறையை, வலது மேலறைக்குமுன் சுருங்கச் செய்தால் P அலை மேல் நோக்காமல், கீழ் நோக்கியிருக்கும் [ஃபோகல்சன்—L. Fogelson]. வழக்கமாகப் பார்க்கப்படுகின்ற மேல்நோக்கிய P அலை, வலது மேலறைச் செயல்களால் உருவாகும் மின் ஆற்றல் அலைகளின் அசைவுகள், இடது மேலறைத் தூண்டுதலைக் காட்டிலும் மேம்படுவதால்தான் உருவாகிறது. உணவுக் குழாய் மின் தக்கைகளில் எதிரான P அலை [கீழ் நோக்கியது] எப்பொழுதும் தோன்றும். மேலறைச் செயல்முறையால் உருவான மின் ஆற்றலில் [அவைகள் கீழறைகளின் மின் ஆற்றலால் மறைக்கப்படாமலிருந்தால்], கீழறைகளின் செயல் முறைகளால் உருவாகும் இதய மின் பதிவேட்டின் மின் ஆற்றல்

பகுதிகளைக் காண இயலும் என இப்பொழுது நிலைநிறுத்தப் பட்டிருக்கிறது. சிறப்பாக [உணவுக் குழாய் மின் தக்கையி லும், அரிதான கீழறைச் சுருங்குதலிலும்] மேலறைச் சுருங்குதலின் இறுதியில் தோன்றும் அலையும், கீழறைத் தொடர்பான T அலையும் ஒரே வகையாக இருக்கும்.

இதய மின் பதிவேட்டின் Q,R,S,T அலைகள், கீழறைத் தசைகளின்மீது தூண்டுகை உருவாகிப் பரவும்போது தோன்றுவதால் அவைகள் 'கீழறைகளின் பகுதிகள்' எனப்படு கின்றன். P அலை தொடங்குவதற்கும் Q அலை தொடங்குவ தற்கும் இடையில் உள்ள காலம் [வழக்கமாக 0·09—0·12 விநாடிகள்] மேலறைகள் தூண்டப்படுவதற்கும், கீழறைகள் தூண்டப்படுவதற்கும் இடைப்பட்ட காலத்தைக் குறிக்கும்.

கீழறைப் பகுதியின் Q அலை ஏறத்தாழ 0·02 விநாடிகள், கீழறை சுருங்குவதற்குமுன் உருவாகிறது. இந்த அலையை உருவாக்கும் மின் ஆற்றலின் வேறுபாடுகள் மேல் கீழறைத் தடுக்கிகள் மூடும் முன்னரே மறைந்துவிடுகிறது. Q,R,S அலைகள் கீழறைகளின் தசைகள் அனைத்தும் ஒரே காலத்தில் தூண்டப்படுவதில்லை என்பதை ஐயம் இல்லாமல் விளக்குகிறது. Q அலை நீள் கூம்புத் தசைகள் தூண்டப் படுவதைக் குறிக்கிறது. R அலை கீழறையின் அடிப்பகுதி தூண்டப்படுவதையும், S அலை இதயநுனி தூண்டப் படுவதையும் குறிக்கிறது.

அலைகள் S-க்கும் T-க்கும் இடையில் மறையும் மின் னோட்டத்துக்குக் காரணம், அச்சமயத்தில் கீழறைகளின் தசை முழுவதும் தூண்டப்பட்டுவிடுவதால், மின் ஆற்றல் வேறுபாடுகள் இரு முனைகளுக்கு இடையே நிகழ இயலாததே யாகும். T அலையின் தன்மையை இதுவரை நன்றாகத் தெரிந்து கொள்ள இயலவில்லை. இந்த அலை கீழறைச் சுருக்கத்தின் முடிவில் தோன்றுகிறது. தூண்டுதல் நின்றதும், கீழறைத் தசைகளில் நிகழும் வேதியியல் மாற்றங்களால் உண்டாகும் மின் ஆற்றலால் T அலை தோன்றுகிறது. T அலையின் குறைவு நோய் நிலைகளால் இதயச் செயல் முறைகளில் நிகழும் நிலை மாற்றங்களுக்குத் தேர்ந்த ஆய்வாகத் திகழும்.

வெவ்வேறு மின் தக்கைகளைக் கொண்டு எடுக்கப்பட்ட இதய-மின்-பதிவேட்டின் மூலம் V. செலினின் (V. Zelenin) முதலில் காட்டியதைப்போல், இடது, வலது கீழறைகளின் தூண்டுகை நிகழ்வுகளைத் தனித்தனியாக அறியமுடியும்.

பொதுவான கீழறை இதயமின் பதிவேடு வலது, இடது கீழறைகளின் செயல் முறைகளால் நிகழ்ந்த உயிர்மின்னோட்டத்தின் எதிர் திசைகளுக்குச் செல்லும் கூட்டுச் செயல்களைக் குறிக்கிறது. இடது கீழறை தடிக்கும்பொழுது (Hypertrophy) கீழறையின் இதய மின் பதிவேட்டில் பெரிய அலை [3ஆவது மின் தக்கை] கீழ் நோக்குகிறது. அதே போழ்து வலது கீழறை பெருக்கம் அடையும்பொழுது (Hypertrophy) அவ் வலை மேல் நோக்குகிறது.

12. இதயத்தில் தூண்டுகை தோன்றுவதும் பரவுவதும். இதயச் சுருக்கங்களின் வல்லமை

தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட இதயம் சுருங்கி விரிதல்

இதயம் உடலிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட பிறகும்கூட சிறிது நேரம் தொடர்ச்சியாகச் சுருங்கி விரியும் ஆற்றலை உடையது. ஆகையால், இதயத்தில் நிகழும் மாற்றங்களே இதயத் தசை சுருங்கி விரியும் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட இதயத்தின் இன்றியமையாத செயல் முறைகளைக் காப்பாற்றச் சிறப்பான முன்னேற்பாடுகள் எடுக்கப்படவில்லையானால், இதயம் விரைவில் சுருங்கும் தன்மையை இழந்து இறந்துவிடும். இதற்குக் காரணம் இதயத்தின் இடைப்பட்ட வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் பெருகி, அதன் நொதிகள் அமைப்பையும், கூரான இதயத் திசுவையும் உலைவு செய்வதாலாகும் (disturb). வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்களை எடுத்துச் செல்லும் திரவத்தை, தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட இதயத்தின் குருதிக் குழாய்கள் வழியாகச் செலுத்துவதன் மூலம் (perfuse) அதன் இன்றியமையாப் பணிகளை நீண்ட நேரம் நிலைநிறுத்த இயலும். எப்படியிருப்பினும் திரவத்தின் சேர்க்கை, பிசிதத்தின் சேர்க்கையை ஒத்திருக்க வேண்டும். ரிங்கரின் (Ringer's), இலாக்சின் (Locke's) அல்லது தைரோடின் (Thyrode's) கரைநீரை மாரு வெப்ப நிலையின் இதயங்களுக்கும் ரிங்கரின் கரைநீரை மாறும் வெப்ப நிலையின் இதயங்களுக்கும் பயன்படுத்தலாம். கரை பொருளுடன் உயிரியத்தைச் சேர்ப்பதன் மூலம் உயிரிய மேற்றல் முறையையும், சர்க்கரை (Glucose) சேர்ப்பதன் மூலம் நுண்ணியங்களுக்கு எளிதாக உயிரிய மேற்றப்படும் சத்துப் பொருளையும் தர இயலும். 38°C சூடாக்கப்பட்ட ரிங்கர்-லாக் கரைநீரைத் தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட இதயத்தின்

குழாய்கள் வழியாகப் பாய்ச்சுவதன் மூலம் மாறு வெப்பநிலை இன இதயத்தின் இன்றியமையாச் செயல்களை 4—5 நாட்கள் வரை நிலைத்திருக்கச் செய்ய இயலும்.

தூண்டப்படும் இயல்புள்ள தசைகளின் செயல் முறைகளை ஆளும் பொதுச் சட்டங்களைத் தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட இதயத்தை வைத்துப் படிக்க இயலாது. சான்றாக, இதயத்தின் செயல் முறைகள், அதில் பாயும் கரைநீர்ச் சேர்க்கையின் மிகச் சிறிய மாறுபாட்டுக்குக்கூட வேறுபடுகிறது எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. கரைநீரில் வெடியுப்பு, சுண்ணகம், நீரியம் (K, Ca, H) இவற்றின் கரை திறனில் சிறு மாறுபாடுகள் கூட இதயத்தின் செயல் முறைகளை வேறுபடச் செய்கின்றன. இத்தகைய இதயத்தின் கூருணர்ச்சியினால் தான், இதயத்தின் மீது சில மருந்துகளின் செயல் முறைகளைக் கண்டறியப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட இதயம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உடலமைப்பில் உள்ள இதயச் செயல் முறைகளுக்கும், பிரித்தெடுக்கப்பட்ட இதயத்தின் செயல் முறைகளுக்கும் அதன் சூழ்நிலையால் வேறுபாடுகள் உண்டு என்பதைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

இதயத்தை உயிர்ப்பித்தல் (Resuscitation): பேராசிரியர் குல்யாப்கோ (A. Kulyabko) ஒரு சிறந்த ஆய்வைச் செய்தார் [1902]. அந்த ஆய்வு உடலிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட மனித இதயத்தை, அது இறந்து பல மணி நேரங்களுக்குப்பின் 40°C சூடாக்கப்பட்ட ரிங்கர்-லாக் கரைநீரை அல்லது இழை பிறவி (Fibrinogen) எடுக்கப்பட்ட குருதியை அதன் குழாய்களின் வழியாகப் பாய்ச்சுவதன் மூலம் அவ் விதயத்தை மீண்டும் துடிக்க வைக்க இயலும் என்பதை அறிவுறுத்தியது.

குருதிக் கசிவாலும், மின்வலி அதிர்ச்சியாலும், மூச்சுத் திணறலாலும் (asphyxia), மயக்க மருந்தாலும் நின்று விடுகிற இதயப் பணிகளை மீண்டும் அடையச் செய்வது இயலும். உயிரியமுடைய, வெதுவெதுப்பான குருதியை (37°C) ஒரு குருதிக் குழாய் வழியாக [வழக்கமாக தொடைத் தமனி] 120—180 மி.மீ. Hg. பாதரச அழுத்தத்தில் செலுத்துவதன் மூலமாக இதயப் பணிகளைத் திரும்ப நிலை நிறுத்தலாம். இம் முறையால் குருதி இதயக் குழாய்களுக்குச் செல்வதன்மூலம் இதயம் திரும்பத் தன் நிலையை அடைகிறது. இதயப் பணிகளை நிலை நிறுத்துவது, இதயம் நோய்வாய்ப் படாமலிருந்தால்தான் இயலும்.

இதயத்தை மாற்றிப் பதிவது: ருசிய ஆய்வாளர்கள் (N. Sinitsyn and V. Demikhov) அண்மையில் ஒரு விலங்கின் இதயத்தை, அதே இன விலங்குக்கு மாற்றிப் பதிவதில் வெற்றி பெற்றனர். நீர், நில வாழ்வனவற்றில் ஆய்வுகள் மூலம் சினிட்சின் இரு இதயங்களை ஒரு தவளையில் செயல்படுத்த இயலும் என்பதை நிறுவினார். பாலூட்டிகளில் மாற்றிப் பதிந்த இதயம் சில நாட்களுக்குத்தான் வாழ்ந்தது.

இதயத்தின் கடத்தும் அமைப்பும் அதன் தன்னியக்கமும்

இதயத் தசையின் தன்னியக்க ஆற்றல்: திசுக்களின் தூண்டப்படும் தன்மை அவைகளின் சொந்தத் தூண்டல்கள் மூலம் இயக்கப்பட்டால் அதைத் 'தன்னியக்க ஆற்றல்' என்றழைப்பர்.

தூண்டும் தன்மையின் (excitation) செயல் முறையையும் அதன் இயற்கையையும் நாம் நன்கு அறிந்திருக்கவில்லை. கரி-இரு-உயிரிய வளியும், கரி-அமிலமும் பெருகும்பொழுது உண்டாகிற நீரிய-அயனிகளின் (H-ion) கரை திறன் உயர்வு இதய லயத் தூண்டுதலில் பெரும் பங்கேற்கிறது. லய இதயச் சுருங்குதல் அசிடில் கோலின் இதயத்தில் உற்பத்தியாவதாலே நிகழ்கிறது என அண்மையில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

நீண்ட காலமாகவே இதயத் தன்னியங்கு தன்மையைத் தசை மூலகங்கட்குரியதெனச் சொல்வதா [தசைப்படைப்புத் தத்துவம்-myogenic theory], இதயத் தசைகளில் குறிப்பாகக் கீழே கூறப்படும் கடத்தல் மூலகங்களுடைய அமைப்பில் மிகுதியாக நிறைந்திருக்கும் நரம்பு மூலகங்கட்குரியதெனச் சொல்வதா [நரம்புப் படைப்புக் கோட்பாடு-neurogenic theory] என்பதைப்பற்றி வாதங்கள் நடைபெற்றிருக்கின்றன. இக் காலத்தில், இதயம் ஒரு தனி உறுப்பாகவும், அதன் பல கூறுகள் நெருங்கி இணைக்கப்பட்டிருப்பதாலும் அக் கருத்து வேறுபாட்டைப் படிப்பாராய்ச்சிக் குரியதாகக் கருத வேண்டியிருக்கிறது. சீரான நிலையிலிருந்து மிகவும் மாறுபட்ட, செய்முறை நிலைகளில் நரம்புத் தூண்டல்களால் இயக்கப்படாமல், இதயத்தின் தசைகள் லயமாகச் சுருங்கி விரிய இயலும். இப்படியாக உடலுக்கு வெளியே வளர்க்கப்பட்ட இதயத் தசையின் ஒவ்வொரு தசை நாரும் லயமாகச் சுருங்கி விரிதலைக் காண இயலும். கரு வளர்ச்சியின்போது குழவியின்

இதயத் துடிப்புகள், அவைகளின் திசுக்களில் நரம்பு நுண்ணியங்களோ, நார்களோ திசு இயல் ஆய்வுகளால் கண்டு பிடிக்க இயலாத நேரத்திலேயே கேட்கத் தொடங்குகின்றன. இந்த ஆய்வுகள், தன்னியக்கத் தன்மையைச் சிறிதளவாவது தசைகளின் மூலப் பொருட்கள் பெற்றிருக்கின்றன என முடிவு செய்ய வலியுறுத்துகின்றன.

இதயத்தில் குறிப்பிடும் அளவு நரம்பு நுண்ணியங்களையுடைய ரெமாக் (Remak), பிட்டர் (Bidder), லுட்விக் (Ludwig), டோசியல் (Doyiel) நரம்பு முடிச்சுகள் மிகுதியாக உள்ளன. இந்த நரம்பு முடிச்சுகள் மூளையிலிருந்து நரம்புகளைப் பெறுகின்றன. இப்படியாகப் பொதுவான நிலையில் தடித்த தசைப் பகுதியில் உள்ள நரம்பு நுண்ணியங்கள், குறிப்பாக கடத்தல் அமைப்பின் கணுக்களுக்கு அருகில் உள்ள நரம்புகள், நடுநரம்பு மண்டலத்தால் இயக்கப்படுகின்றன.

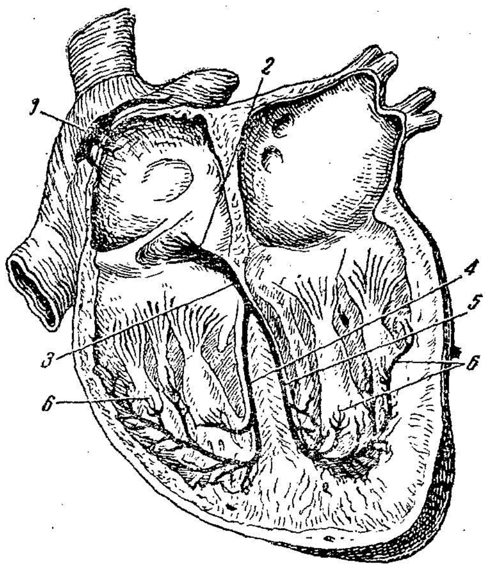
நரம்பு மூலப்பொருட்கள், தசை மூலங்களைவிட எளிதாகத் தூண்டப்படும் இயல்புள்ளதால் நாம் பொதுவான நிலைகளில், தூண்டுதல்கள் முதலில் இதய நரம்பமைப்புகளில் தோன்றுவதாகக் கருதுவோம். எப்படி இருந்தபோதிலும், தசைத் திசுவின்மீது நரம்பின் இயக்குந் தன்மையால், அவைகளின் வளர்சிதை மாற்றங்களில் மாறுதல் விளைவிக்கிறது. இம் மாறுதல்கள் தசைகளின் தூண்டப்படும் தன்மை, தூண்டலைகள் தோன்றுமாறு நிலைகளை மாற்றுவதன்மூலம் இதயச் சுருங்குதலைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதயத் துடிப்பின் அளவு செயல் முறை மருத்துவத்தில் மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படும் ஃபாக்சுகுளோவ்(Foxglove)என்ற மருந்தினால் குறைவதானது, அம் மருந்து தெளிவறு நரம்பின் மூலம் இதயத்தைத் தாக்குவதோடல்லாமல் நேரடியாகவும் இதய நரம்பு மூலப் பொருட்களைத் தாக்குவதனாலும் ஏற்படுகிறது.

இதயத்தின் கடத்தும் அமைப்பு : இதயம் ஒரு சிக்கலான உறுப்பு. அதன் தசைக் கோப்பு இரு வேறுபட்ட தசை மூலப் பொருட்களால் உருவாகிறது. அவற்றில் முதன்மையானது பெரு உயிரணுத் தசையமைப்பான சுருங்கி விரியும் இதயத் தசை முழுவதுமாகும்.

இரண்டாவது குறைந்த வரிகளையும், மிகுதியான சார்கோபிளாசத்தையும் உடைய தசை நார்கள். இவைகள் இதயத்தின் கடத்தும் அமைப்பின் நார்களாகும் [சில சமயங்களில் சிறப்பான தசைக்கோப்பு எனக் குறிப்பிடப்படும்].

கடத்தும் அமைப்பின் நார்கள், மிக மெல்லிய நூலிழைத் தசை நார்களுடன், இதயச் சதையின் நார்களைவிடக் குறைந்த அளவு கிளைகோசனைக் கொண்டிருக்கும்.

இதயத்தின் கடத்தும் அமைப்பு, மிகுதியாகத் தூண்டப் படும் ஆற்றலாலும், உயர்ந்த கடத்தும் தன்மையாலும் எஞ்சிய இதயத் தசையிலிருந்து மாறுபடுகிறது. பல நரம்பு நுண்ணியங்களைக் கொண்ட தசைநார்களால் குறிப்பாக சில பொருட்களினால் தூண்டப்படும் தன்மையிலும், உயர்ந்த அளவு கடத்தும் ஆற்றலிலும் நரம்பு மண்டலச் செயல் முறைகளை ஒத்திருப்பது இதயத்தின் கடத்தும் அமைப்பின் சிறப்பியல்புகளாகும்.



படம் 26. இதயத்தின் கடத்தும் அமைப்பு

[1] தொடக்க மேலறைக் கணு; [2] மேல்-கீழறைக் கணு; [3] ஃகிசுவின் தசைக் கற்றை; [4, 5] அதன் வலது இடது கிளைகள்; [6] ஃகிசுவின் தசைக் கற்றையின் கிளைகளினுடைய நுனிகளும், பர்கின்ஞி நார்களும்.

கடத்தும் அமைப்பின் மூலப் பொருட்களின் பெருக்கம் இதயத்தின் பல முனைகளில்தான் காணப்படுகின்றன (படம் 26). வலது மேலறைச் சுவரில், இதய உறையின் உட்பகுதிக்கு அடியில், மேற்பெருஞ்சிரை மேலறையினுள் நுழையும் முனைக்கும், வலது மேலறை வால் பகுதிக்கும் இடையில்

ஒரு கடத்தும் தசைகளின் பெருக்கம் இருக்கிறது (அவைகளின் நார்கள் கீழ்ப் பெருஞ்சிறையையும், இடது மேலறையின் வால் பகுதியையும் நோக்கி ஓடுகிறது). இது ஓர் போதுமான அளவு முதிர்ச்சியற்ற, சார்கோபிளாசம் மிகுந்துள்ள தசைகளின் பெருக்கமாகும். இது 'தொடக்க மேலறைக் கணு' (Sinu-atrial node) என்றழைக்கப்படும். தொடக்க மேலறைக் கணு, தாழ்ந்த முதுகெலும்பினங்களில் உள்ள சிரைத் தசைப்பையை ஒக்கும்.

இதயக் கடத்தும் அமைப்பின் இரண்டாவது தசைப் பெருக்கம் மேலறைகளின் நடுச்சுவரின் முடிவிலும், கீழறைகளின் நடுச்சுவரில் சிறிதளவும் அமைந்திருக்கிறது. இந்தப் பெருக்கம் 'மேலறை-கீழறைகளின் கணு' (atrio ventricular node) என்றழைக்கப்படும். இந்தக் கணுவிலிருந்து ஃகிசுவின் தசைக் கற்றை (Bundle of His) என்றழைக்கப்படும் மெல்லிய தசைக்கற்றை கீழறைகளின் நடுச் சுவருடன் செல்கிறது. ஃகிசுவின் தசைக்கற்றை, மேலறைகளையும், கீழறைகளையும் இணைக்கும் பாலமாகும். மற்ற இடங்களிளெல்லாம் மேலறைகள், கீழறைகளிலிருந்து நாரினுலான குறுக்குச் சுவரால் பிரிக்கப்படுகின்றன.

கீழறைகளின் நடுச் சுவரைத் துளைத்துச் செல்வதன் மூலம், ஃகிசுவின் தசைக் கற்றை இரு கிளைகளாகப் பிரிகிறது. ஒரு கிளை இடது கீழறையின் உட்பகுதியிலும், மற்றொரு கிளை வலது கீழறையின் உட்பகுதியிலும் செல்கின்றன. ஃகிசுவின் தசைக் கற்றையின் கிளைகள் பல சிறு கிளைகளாகப் பிரிவதன் மூலம் கீழறைகளின் உள் இதயத் தசையின் மூடியுள்ள உட்பகுதி முழுதும் பர்க்கின்ஜி (Purkinje fibres) நார்களுடன் தொடர்பு கொள்ளுகின்றன. இந்த அமைப்புகளெல்லாம் கடத்தும் அமைப்பைச் சார்ந்த தசைநார்களாலும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

'தொடக்க மேலறைக் கணுவும்', 'மேலறை கீழறைகளின் கணுவும்' மிகுந்த எண்ணிக்கையுள்ள நரம்பு நுண்ணியங்களைக் கொண்டுள்ளன. இந் நரம்பு நுண்ணியங்கள், அவைகளிலிருந்து செல்லும் தண்டு நார் இழைகளின் (axons) மூலம் கடத்தும் தன்மையைச் சார்ந்த தசை நார்களுடன் தொடர்பு கொள்ளுகின்றன. இந் நரம்பு நுண்ணியங்கள் தெளிவறு நரம்பிலிருந்து இழைகளைப் பெறுகின்றன. இப்படியாகத் தொடக்க மேலறைக் கணுவும், மேலறை கீழறைகளின் கணுவும் தனித்த தசை அமைப்புகளாயிராமல், நரம்புத் தசை

அமைப்புகளாக உள்ளன. சில நோய் இயல் முறைகளில் (சான்றுக அச்சத்தன்மையுள்ள டிப்தீரியாவில்) தொடக்க மேலறைக் கணு, மேலறை கீழறைக் கணு ஆகியவைகளி லுள்ள நரம்பு நுண்ணியங்களின் உருவமைப்புத் தன்மைகள் குறிப்பிடும் அளவுக்கு மாறுபாடு அடையும் (B. லாவ் ரென்டி யூவ்—B. Lavrentyev).

இதயத்தில் தூண்டலைகள் கடத்தப்படுதல்: ஒவ்வொரு இதயச் சுழற்சியின் சுருக்கத்தின்போதும், இதயம் முழுதும் பரவும் தூண்டுதல் முறைகள் கடத்தும் அமைப்பின் உறுப்புகளி லிருந்து தொடங்குகிறது. இந்தத் தூண்டுதல் சிறப்பான வெளித் தூண்டுகை இல்லாதபொழுது, சிக்கலான நரம்பாலும், தசையாலும் ஆன கடத்தும் அமைப்பிலிருந்து தன்னியக்கத் தன்மையால் தோன்றும். இந்தத் தன்னியக்கத் தன்மை, கடத்தும் அமைப்பின் பலவேறு மூலப் பொருள்களில் சமமாக நிகழ்வதில்லை. தவளையில் சிரைத் தசைப்பைப் பகுதியை மேலறையிலிருந்து தனித்துக் கட்டிவிட்டால், மேலறைகளும், கீழறையும் சுருங்கி விரியும் நிலையை இழப்பதை நாம் காணலாம். அதேபோழ்து சிரைத் தசைப்பை தொடர்ந்து சுருங்கி விரியும். சிரைத் தசைப்பைக்குக் கீழே கட்டுப் போட்டபின் சிறிது நேரங்கழித்து, மேலறைகளும், கீழறையும் மீண்டும் தங்கள் லய சுருங்கி விரிதலைத் தொடங்குகின்றன. இருந்தபோதிலும் மேலறை, கீழறைகளின் சுருங்கி விரிதலின் லயம் சிரைத் தசைப்பையைவிட மெதுவாக இருக்கும். மற்றொரு கட்டை, மேலறை-கீழறைகளின் இடைச் சுவருக்குச் சிறிது கீழாகக் கட்டினால், கீழறை சுருங்கி விரியாது; அதே போழ்து மேலறைகள் தொடர்ந்து சுருங்கி விரியும் [சுடேனிய சுவின் (Stannius) ஆய்வுகள்]. முதல் கட்டு சிரைத் தசைப் பையிலிருந்து தூண்டுதல் பரவுவதைத் தடுப்பதால், மேலறை களும், கீழறையும் நின்றுவிடுகின்றன. இதிலிருந்து மேலறை களின் தசைகளும், மேலறை-கீழறைகளின் கணுவும் குறைந்த தூண்டப்படும் தன்மையுள்ளதென்பதும், தொடக்க மேலறைக் கணுவை விடக் குறைந்த தன்னியக்கத் தன்மை யுடைய தென்பதும் தெரிகிறது. மேல் கீழறைக் கணுவின் தன்னியக்கத்தன்மை, சிரைத்தசைப்பை மேலறைகளி லிருந்து பிரிக்கப்பட்ட சிறிது நேரத்துக்குப் பின்பே நிகழ்கிறது. ஆனால், இந்தத் தன்னியக்கத் தன்மை தொடக்க மேலறைக் கணுவின் தன்மையைவிடக் குறைவாக நிகழ்வதால்தான் மேலறை கீழறைகளின் சுருங்கி விரிதல்கள் பொதுவான நிலையி லிருப்பதைவிடக் குறைகின்றன. இரண்டாவது கட்டு,

கீழறையை மேல் கீழறைக் கணுவிலிருந்து பிரிப்பதால், கீழறை சுருங்கி விரிதலை நிறுத்துகிறது. கீழறைக் கடத்தும் அமைப்பின் தன்னியக்கத் தன்மை நீண்ட இடைவெளி கழித்தே நிகழுமாதலால், நேரங்கழித்தே கீழறை சுருங்கி விரிதலைத் தொடங்குகிறது; ஆனால், மேலறைகளைவிட மிகக் குறைவான விரைவுடன் சுருங்கி விரியும்.

ஆய்வுகளின் முடிவுகள், கட்டப்படும் இதயத்தின் கீழ் நிலைப் பிரிவுகளைப் பழுதடையச் செய்வதனால் அவைகளின் தூண்டப்படும் தன்மை தற்காலிகமாக இழப்பதனால் நிகழ வேண்டும் என விளக்கம் தரலாம். இவ் விளக்கம் உண்மையல்ல வென்பது, சுடேனியசு கட்டுகள் இடப்பட்ட பிறகு நின்ற இதய கீழறை மேலறைகள், மின்னோட்ட அல்லது செயல் முறைத் தூண்டுதல்கள் மூலம் சுருங்கி விரிகின்றன என்ற உண்மையால் விளங்கும். இதிலிருந்து திசுக்கள் அவைகளின் தூண்டப்படும் தன்மையை நிலையாகக் கொண்டிருந்ததெனவும், வழக்கமான லயச் செயல் முறைகட்குக் காரணமான தூண்டுகைகள்தான் தடுக்கப்பட்டதெனவும் அறியலாம்.

இதே போன்ற, ஆனால் தொடர்ச்சியான ஆய்வுகளை ஏர்லாங்கர் (Erlanger) ஒரே நிலை வெப்பமுடையவைகளில் (homoiotherms) செய்தார். நாய்களில், ஃகிசுவின் தசை ஒரு சிறப்பான பிடிப்பானல் இறுக்கிச் சிதைக்கப்பட்டது. பல நாய்கள் இந்த அறுவை முறையில் பிழைத்தன; ஆனால் அவைகளின் மீதி வாழ்வில் கீழறைகளின் லயமான சுருங்கி விரிதல்கள் பொது நிலையான ஒரு நிமிடத்துக்கு 90—100 துடிப்புகளிலிருந்து, ஒரு நிமிடத்துக்கு 25—40 ஆகக் குறைந்தது. இவ் வாய்விலிருந்து ஃகிசுவின் தசைக்கற்றை அழிக்கப்பட்டால், கீழறைகள், அவ் வழிக்கப்பட்ட இடத்துக்குக் கீழ்நிலையிலிருந்து தோன்றும் தூண்டல்களால் சுருங்கி விரிகின்றன என்பதை அறியலாம்.

மேல் கீழறைக் கணு, அல்லது ஃகிசுவின் தசைக்கற்றை சில நேரங்களில் ஊறு நேர்வதனால் அல்லது நோய்த் தன்மையின் செயல்களால் தாக்கப்படும். இதனால் 'இதயத் தடை' (heart block) நிகழும்; இது தூண்டுதல்கள் பொதுவாகத் தொடக்க மேலறைக் கணுவில் தொடங்குகிறது என்பதற்குச் சான்றாகும்.

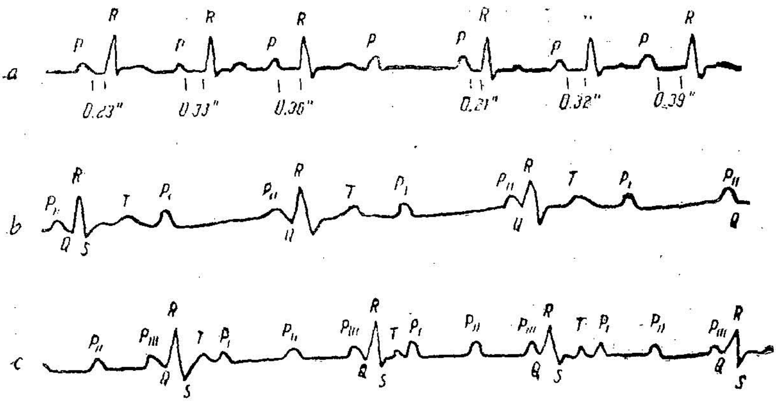
இதயத்தைத் தூண்டும் பொழுது நிகழும் எதிர் மின்னூற்றல் (electronegativity) பரவுதலைப் பற்றிய ஆய்வும், தூண்டும் தூண்டல்கள் தொடக்க மேலறைக் கணுவிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்பதை நிலைநிறுத்துகிறது. ஒவ்வொரு சுருக்கத்தின் போதும் எதிர்மின்னூற்றல் முதன்மையாகத் தொடக்க மேலறைக் கணு அமைந்திருக்கின்ற மேற்பெருஞ்சிரை, கீழ்ப் பெருஞ் சிரைகளுக்கிடையே யுள்ள வலது மேலறைப் பகுதியில் உருவாகிறது.

இப்படியாக இதயம் சுருங்கி விரியக் காரணமான தூண்டுதல் எப்பொழுதும் தொடக்க மேலறைக் கணுவிலிருந்தே தொடங்குகின்றது. ஆகவேதான், இதை 'இதய விரைவு உருவாக்கி' (pacemaker) எனலாம். தொடக்க மேலறைக் கணுவிலிருந்து தோன்றும் தூண்டுகை லயங்கட்கு இதயச் சுருங்கி விரியும் லயம் உட்பட்டு இயங்குகிறது. மேலறைக் கணுவிலிருந்து தூண்டுதல் மேலறைக் தசைகளுக்குப் பரவுகிறது; அதன்மீது ஒரு விநாடிக்கு 1 மீட்டர் விரைவில் பரவி மேல்கீழறைக் கணுவின் சிறப்புத் தசைகளை அடைகிறது. இந்தக் கணுவில் தூண்டுதல் பரவும் விரைவு குறைக்கப்பட்டு ஃகிசுவின் தசைக்கற்றைக்கு ஒரு விநாடிக்கு 0·04—0·06 மீட்டர் விரைவில் அனுப்பப்படுகிறது. மேல் கீழறைக் கணுவில் தூண்டுதல் பரவுவதில் ஏற்படுகின்ற இந்தக் காலத் தாழ்வால்தான், கீழறைகளின் சுருக்கம் எப்பொழுதும் மேலறைகளின் சுருக்க முடிவில் தொடங்குகின்றது.

மேலறையிலிருந்து கீழறைக்குத் தூண்டுதல் பரவ ஏற்படுகின்ற காலத் தாழ்விற்குக் காரணம் மேல் கீழறைக் கணுத் திசுக்களின்மீது தூண்டுதல் பரவும் விரைவு குறைவதேயாகும். ஏனெனில், கீழறைத் தசைகள் தூண்டப்படுவதைப்போல், நேராக மின் தூண்டுகையால் மேல் கீழறைக் கணு தூண்டப் படும் போதும் கீழறைத் தசைகள் அதே விரைவில் தூண்டப் பட்டு உடனே சுருங்கத் தொடங்குகின்றன. அதே நேரத்தில் மேலறைகள் ஒரு தூண்டுகையால் தூண்டப்படும்பொழுது, கீழறைகளின் சுருங்கி விரிதல் முன்னை விட 4-5 முறை மெல்லத் தொடங்குகிறது.

மேல் கீழறைக் கணுவிலிருந்து தூண்டுதல் ஃகிசுவின் தசைக் கற்றைக்கும் அதன் கிளைகட்கும் ஏறக்குறைய விநாடிக்கு 0·75 மீட்டர் விரைவில் பரவுகிறது; இறுதியாக ஃகிசுவின் தசைக் கற்றையின் இறுதி மூலப் பொருட்களான பல்வேறு கிளைப் பிரிவுகளையுடைய பர்கிஞ்சி நார்களை அடைகிறது.

பர்கின்ஞி நார்கள், உள் இதயத் தசையின்கீழ், வலை அமைத்திருப்பதோடு மட்டுமல்லாது கீழறைகளைத் துளைத்துச் செல்வதன் மூலம் அதன் தசையுடனும் தொடர்பு கொள்ளுகின்றன. இந்த அமைப்பு, தன்னியக்கத்தன்மை மிகக் குறைவாயுள்ள, தூண்டுகிற இயல்பில்லாத கீழறைகளின் தசைகட்குத் தூண்டுதல் மிக விரைவாகச் சென்றடைய வழிகோலுகிறது. சிமிர்நோவின் (A. Smirnov) ஆய்வுக்கூடத்தில் நுண்ணுருகப் பெருக்கியின் மூலம், ஒரு பர்கின்ஞி நாரின் சுருங்குதல் அதனுடன் இணைந்திருக்கும் இதயத் தசைநாரைச் சுருக்குகிறது என்பது கண்டறியப்பட்டது. இதயம் இயல்பு கடந்த நிலையில் செயலாற்றும்பொழுது தூண்டுதல்கள் பர்கின்ஞி நார்களிலிருந்து கீழறைத் தசைகட்குச் செல்லா. ஆகவே, முன்னது சுருங்கும்போது பின்னர் கூறப்பட்டது அசையாமல் நிலைத்திருக்கும்.



படம் 27. முடிவு பெறாத இதயத்தடையின் இதய மின் பதிவேடு

(a) மேலறைச் சுருக்க, கீழறைச் சுருக்க எண்ணிக்கை விகிதம் 4:3 ஆகும். (b) 2:1 (c) 3:1.

தூண்டுதல் கீழறைத் தசைகளின்மீது பரவ ஏறக்குறைய 0·02 வினாடிகள் ஆகின்றன. இந்தக் காலம் இதய மின் பதிவேட்டில் அலைகள் Q, R-க்கு இடைப்பட்ட காலத்தையொக்கும். அலைகள் P, Q-க்கு இடைப்பட்ட காலம், தூண்டுதல் மேலறைத் தசைகளின்மீது பரவ எடுக்கும் நேரத்தையும், குறிப்பாக, மேல் கீழறைக் கணுவில் ஏற்படும் தாழ்வு நேரத்தையும் ஒக்கும். இந்த இடைவேளை பொதுவாக 0·09—0·12 வினாடிகளாகும்.

இதயத்தடை : கடத்தும் அமைப்பிலுள்ள மூலப் பொருட்களின் கடத்துதலிலும் தூண்டப்படுவதிலும் ஏற்படுகின்ற சிறிய மாறுதல்கள், பொதுவாகத் தூண்டுதல் இதயத்தின்மீது பரவுவதைத் தடை செய்யும். மேலறை கீழறைகளின் சுருங்கி விரிதல்களுக் கிடையேயுள்ள தொடர்பில் ஏற்படும் இன்றியமையாத மாற்றங்கள் மேல் கீழறைக்கணு அல்லது ஃகிசுவின் தசைக் கற்றை தாக்கப்படுவதால் நிகழும். மேல் கீழறைக் காலத் தாழ்வு நீட்டிக்கப்படுவதுதான், மேல் கீழறைக் கணுவின் குறைந்த கடத்தும் ஆற்றலின் முதல் அறிகுறியாகும். இவ்வகை மாற்றங்களில் இதய மின் பதிவேட்டில் P அலைக்கும், கீழறைப் பகுதிகளான Q, T அலைகட்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளி நீண்டிருக்கும். இந்த இடைவெளி 0·09—0·12 விநாடியிலிருந்து 0.3—0.4 விநாடியாக உயரும். இதைப் போன்ற குறைந்த கடத்தும் ஆற்றலுடைய மேல் கீழறைக் கணுவின் ஒவ்வொரு தூண்டுதலுடன், கடத்தும் ஆற்றல் மேலும் குறைவதால் மேல் கீழறைக் கணு மீது விழும் அடுத்த அலை விரைவைக் குறிக்கும்.

படம் 30-ல் P-Q இடைவெளி மேலறைகளின் முதல் சுருங்கி விரிதலுக்குப் பிறகு 0.23 விநாடிக்கு இணையாகிறது. இரண்டாவது சுருங்கி விரிதலுக்குப் பிறகு 0.33 விநாடியும், மூன்றுவதற்குப் பிறகு 0·36 விநாடியுமாகிறது. நாலாவது மேலறைகளின் சுருங்குதல், மேலறைகளிலிருந்து அதற்கு முன்னால் சென்ற தூண்டலை மேல் கீழறைக் கணுவிலிருந்து செல்வதற்கு முன்பே அங்குச் செல்வதால் உண்டாக்கப்படவில்லை. இதைத் தொடர்ந்து ஒரு இடைவெளி உண்டாகிறது. பின் மேல் கீழறைக்கணு நீண்டநேரம் தூண்டப்படாததால் மீண்டும் தன்னிலையை யடைகிறது. மற்றொரு தொடர்ச்சியான தூண்டலைகள் மேல் கீழறைக் கணுவின் மூலம் பாய்வதால், மேலறை, கீழறைகளின் சுருக்கம் தொடங்குவதற்கு இடைப்பட்ட காலம் 0·21, 0·32, 0·39 விநாடிகளாகும். இவைகளை அடுத்து மீண்டும் ஒரு இடைவெளி வரும். மேலறைச் சுருங்குதல் லயமும், கீழறைகளின் சுருங்குதல் லய விகிதமும் 4 : 3 ஆகும் (சில வேலைகளில் 3 : 2 ஆகவும் இருக்கும்).

மேல் கீழறைக் கணுவின் கடத்தும் ஆற்றல் மிகவும் பழுதுபட்டால் அக்கணு முதல் தூண்டலையை அனுப்பியபின், தொடர்ந்து வரும் தூண்டலையைக் கடத்தாது. இத் தகு நிலைகளில் தூண்டுதல்களில் ஒன்று விட்டு ஒன்று மேல்

கீழறைக் கணுவில் மறைகிறது. சில சமயங்களில் தொடக்க மேலறைக் கணுவிலிருந்து தோன்றும் தூண்டலைகளில், ஒவ்வொரு மூன்றாவது தூண்டலை மட்டுமே கீழறைகளுக்கு மேலறைகளிலிருந்து கடத்தப்படும். இத்தகைய நிலைகளில் மேலறைகளின் லய கீழறைகளின் லய விகிதம் 2:1 அல்லது 3:1 ஆக இருக்கும்.

இந்த மேலறை, கீழறை சுருங்கி விரிதல் லயங்களின் ஒன்றித்தல் நிலையின்மை, இன்னும் குறிப்பிட்ட அளவு மேல் கீழறைச் செயல்முறை லயங்களின் விகிதங்களை நிலை நிறுத்துவதால் இதை மிகுதி (அல்லது முடிவு பெறாத) இதயத் தடை என்றழைக்கப்படும். முடிவு பெறாத இதயத் தடையில் தொடக்க மேலறைக் கணு தொடர்ந்து இதய விரைவை உருவாக்கியாயிருக்கிறது. ஆனால் இந்தக் கணுவில் தோன்றும் தூண்டலைகளின் பகுதி, மேல் கீழறைக் கணு தடையைத் தாண்டிச் செல்ல இயலாது.

கடத்தும் அமைப்பின் தொடர்பின் எப்பகுதியாவது துண்டிக்கப் பட்டால் மேலறைகளில் தோன்றும் தூண்டலைகள் கீழறைகளுக்குச் செல்ல இயலாது; முழு இதயத் தடை நிகழும் (total heart block). ஃகிசுவின் தசைக் கற்றைக்கு ஊறு நேரும்பொழுதோ அல்லது அது நோயியல் முறைகளால் தாக்கப்பட்டாலோ இத் தடையைக் காணலாம். இந் நிலைகளில் ஊறு நேர்ந்ததற்குக்கீழ் கீழறைகளின் கடத்தும் அமைப்பின் தன்னியக்க ஆற்றல், செயல் முறைகளைத் தொடங்குகிறது. இத் தன்னியக்க ஆற்றல் தொடக்க மேலறைக் கணுவின் ஆற்றலைவிடக் குறைவானதாகும். கீழறைகளுக்கு மட்டுமான லயமுள்ள கீழறைச் சுருங்கி விரிதல்கள் (idio-ventricular) எப்பொழுதும் மேலறைகளின் சுருங்குதல் லயங்களைவிடக் குறைவாக, தொடக்க மேலறைக் கணுவிற்கு உட்பட்டுத் தோன்றுகிறது. மேல் கீழறைக் கணுவின் மேலறைப் பகுதியிலிருந்து எவ்வளவு தள்ளி ஃகிசுவின் தசைக்கற்றை தாக்கப்படுகிறதோ அவ் வளவிற்குக் கீழறைகளின் சுருங்குதல் எண்ணிக்கை குறையும்.

கீழறைகள் சுருங்கக் காரணமான தூண்டலைகள், ஃகிசுவின் தசைக் கற்றையால் உண்டாக்கப்பட்டால், கீழேயுள்ள கடத்தும் அமைப்புப் பகுதிகளில் கீழறைகளின் சுருக்கங்களின் எண்ணிக்கை நிமிடத்துக்கு 25-30 ஆகக் குறையும். மேலறை, கீழறைகளுக்கு இடையேயான லயங்களின் முழுத் தொடர் பின்மை 'முழு இதயத் தடைக்கு' வித்திடும்.

இதயத் தடைமுறைகளை, பல்வேறு வகைகளில் கிடைக்கும் 'இதய மின்பதிவேட்டைப்' படிப்பதன் மூலம் எளிதாகக் கண்டு பிடிக்கலாம். இம்முறை இந்த நூற்றாண்டின் செயல் முறை மருத்துவப் பழக்கமாக உள்ளது.

தூண்டுதலுக்கு இதய இணங்கா நிலை; மிகையான சுருக்கமும் இதயத் தடையும்

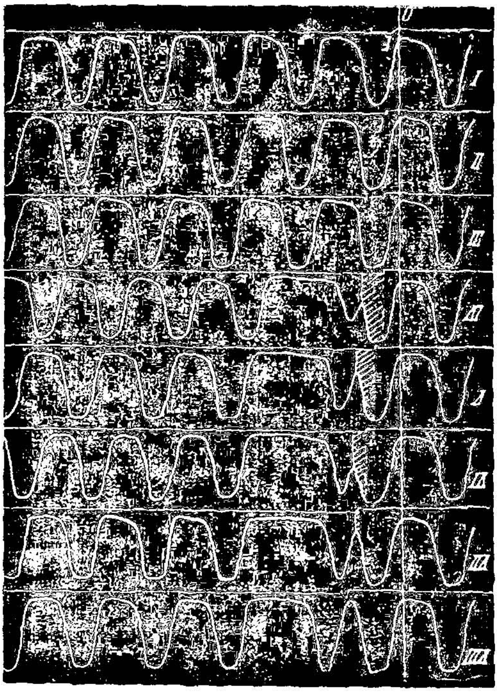
நரம்பு, தசைத் திசுக்களில் ஒவ்வொரு தூண்டுகையும் முழுமையான இணங்காநிலை என்றழைக்கப்படும் பருவம் முழுதும் தூண்டுதலற்ற காலத்தால் தொடரப்படும்; அல்லது மெல்ல சாதாரண நிலையையடையும் குறைந்த தூண்டுதலுற்ற, தொடர்பு இணங்கா நிலையால் தொடரப்படும்.

தூண்டுதலுக்கு இணங்கா நிலை உள்ளதை, முதல் தூண்டுகைக்குப் பிறகு இரண்டாவது தூண்டுகை நிகழ்த்த எவ்வளவு குறைந்த ஆற்றல் வாய்ந்த தூண்டுகை வேண்டும் என்பதை முடிவு செய்ய ஆய்வுகள் நடத்தியபொழுது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. எவ்வளவு ஆற்றல் வாய்ந்த தூண்டுகையும், முதல் தூண்டு அலைக்குப்பின் உடனடியாக ஒரு புதிய தூண்டும் அலையை உருவாக்க இயலாது. இதிலிருந்து இப் பருவம் முழுவதும் திசுக்கள் முழுதும் தூண்டப்பட இயலாதது எனத் தெரிகிறது. திசுக்கள் தூண்டப்படும் தன்மையை மெல்ல மீண்டும் அடைகின்றன ; சிறிது நேரத்துக்குச் சீரான நிலையை விடத் தாழ்வாக இருந்தாலும் தொடர்பு இணங்கா நிலையுடைய காலத்தில் தூண்டுதல், வலுவுள்ள தூண்டுகையைப் பயன் படுத்துவதன்மூலம் மட்டுமே உருவாக்க முடியும். தொடர்பு இணங்கா நிலையைத் தொடர்ந்து சிறிது நேரத்திற்குத் திசுக்கள் மிகுதியாகத் தூண்டப்படும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கும்.

இதயத்தின் இணங்கா நிலை விநாடியில் பத்தில் ஒரு பகுதி காலமே நீடிப்பது இதன் சிறப்புத் தன்மையாகும். ஆனால், இயக்கு தசைகளிலும், நரம்புகளிலும் இக் காலம் விநாடியின் ஆயிரத்தில் ஒரு பகுதியாக அளக்கப்படும் (ஆகவேதான் இணங்கா நிலை இதயத்தில் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது).

இதயத்தின் இணங்கா நிலையை எளிதாகத் தூண்டும் மின்வலியைப் பயன்படுத்திச் (induction current) சுருக்கம் தொடங்கிய பின் வேறுபட்ட பருவத்தில் தூண்டுவதன் மூலம் காண இயலும். படம் 28 'இணங்கா நிலையை'க் கண்டு

பிடித்த மேரியால்(1863) செய்யப்பட்ட ஆய்வின் பதிப்பைக் காட்டுகிறது. எந்தத் தூண்டுதலும் எவ்வளவு வலிமை பெற்றிருந்த போதிலும், மிகுதியான ஒரு இதயச் சுருங்குதலை உருவாக்க இயலாததைப் பார்க்கின்றோம் (முழுமையான இணங்கா நிலை). சுருக்கத்தின் முடிவில் தூண்டப்படும்



படம் 28. தவளை இதயத்தின் சுருங்கி விரிதல் இணங்கா நிலையை பதிவு. ஒவ்வொரு சுருங்கி விரிதலின் போதும்காட்டுகிறது (மேரிக்குப் பின்)

மேலேயுள்ள 8 இதயச் சுருங்கி விரிதலின் வரைபடங்களில் ஒவ்வொன்றிலும் E என்று குறிப்பிடப்பட்ட இடத்தில் கீழறையின் மேற்பகுதி தனித்த தூண்டும் மின்வலித் தூண்டுகையால் தூண்டப்பட்டது. I, II, III வரை படங்களில் இந்தத் தூண்டுகையால் மற்றுமொரு ஒழுங்கற்ற சுருங்குதலை உண்டாக்க முடியவில்லை. IV, V, VI, VII, VIII, வரைபடங்களில் மின்வலித் தூண்டுதல் மற்றும் ஒரு சுருங்குதலைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவைகளில் ஈடு செய்யும் இடை வெளியும் நன்கு காட்டப் பட்டுள்ளது.

தன்மை திரும்பிவரத் தொடங்குகிறது. இத் தன்மை, இப் பருவத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட வலிமையுள்ள தூண்டுகை 'மிகுதியான சுருக்குதலைத்' தோற்றுவிப்பதனுல் 'மிகைச் சுருக்கம்' (extrasystole) உண்டாகிறது. மேலும் இம் மிகைச்

சுருக்கம் முன்பே இதயம் விரியத் தொடங்கிய காலத்தில் தொடங்குகிறது.

ஒவ்வொரு இதயச் சுருங்குதலிலும், இணங்கா நிலை இன்றியமையாதது. குருதியைத் தமனிக்குள் செலுத்தும் ஆற்றல் அதன் லயமான சுருங்குதல்களினாலும், குருதியால் இதயம் நிரப்பப்படும் விரிதல் பருவங்களினாலும்தான் இதயம் தன் செயல்முறைகளை நிகழ்த்த இயலுகிறது. இதயத்தின் இணங்கா நிலைக் கால அளவு நரம்பு மண்டலத்தால் இயக்கப் படும் இதய நிலையைப் பொறுத்திருக்கிறது. ஆகையால், இணங்காநிலைப் பருவத்துடன் தொடர்புள்ள நிகழ்வுகளெல்லாம் (சான்றாக இதயத்தடை, இதயத் தனித் தசைநார்த் துடிப்புகள் போன்றவை) பெரிய அளவில் நரம்பு மண்டலம் இதயத்தை இயக்கும் தன்மையைப் பொறுத்துள்ளன.

மிகையான சுருக்கங்கள் : முதிராத தூண்டுகைகள் இணங்கா நிலையின் இறுதியில் தாக்குவதன் மூலம் மிகையான சுருக்கங்கள் எனக் குறிப்பிடப்படும் முதிராத சுருக்கங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்தத் தூண்டுகைகள் கடத்தும் அமைப்பின் பல்வேறு பகுதிகளில் தோன்றும். ஒரு முதிராத தூண்டுகை தொடக்க மேலறைக் கணுவில் தோன்றினால் ஒழுங்கான நிகழ்ச்சிகளையுடைய மேலறை கீழறைச் சுருக்கங்கள் கூடிய முதிராத இதயச் சுழற்சியை விளைவிக்கும். தொடக்க மேலறைக் கணுவில் தோன்றும் மிகையான சுருக்கத்தால் நிகழ்கிற முதிராத சுருக்கத்தைத் தொடர்ந்து வரும் இடைவெளி மற்ற வழக்கமான சுருக்கங்களைவிட மிகக் குறுகியதாகும்.

கீழறை மிகையான சுருக்கத்தைத் தொடர்ந்து, அடுத்த கீழறைச் சுருக்கத்துக்கு இடையில் நீண்ட இடைவெளி ஏற்படும். இந்த நீண்ட 'ஈடு செய்யும் இடைவெளி' (compensatory pause) என்று அழைக்கப்படும் இடைவெளி, வழக்கமான சுருக்கத்தைப் போலவே, மிகையான சுருக்கத்திலும் ஒரு இணங்கா நிலையைத் (refractory pause) தோற்றுவிப்பதால், அந்தப் பருவத்தில் தொடக்க மேலறைக் கணுவில் தோன்றும் தூண்டுகை ஒரு கீழறைச் சுருக்குதலை உருவாக்க இயலாததால் உண்டாகிறது. 'இதய விரைவை உருவாக்கி'யின் (pacemaker) சீரான லயத்தால் நிகழவேண்டிய கீழறைச் சுருக்கம், மிகையான சுருக்கம் விட்டுச் சென்ற இணங்கா நிலையால் தவிர்க்கப்படுகிறது.

இதயத் தசைநார்த் துடிப்பும், அதிர்ச்சி அசைவும்

பொதுவாகக் கீழறைகளின் தசை முழுவதும் மேலறைகளைப் போலவே ஒரே நேரத்தில் சுருங்கி விரிகின்றன. சில நேரங்களில் எப்படியோ நோயினால் மாறுபாடுற்ற இதயத்தின் மேலறை கீழறைகளின் பல்வேறு தசைநார்கள் ஒரே நேரத்தில் சுருங்கி விரியாது. மேலறை கீழறைத் தசைநார்களின் இப்படிப்பட்ட சுருங்கி விரிதல் 'தசைநார்த் துடிப்புகள்' என்றழைக்கப்படும்.

ஆய்வுகள் மூலம் விலங்கினங்களில் விட்டுவிட்டுப் பாயும் மின்வலித் தூண்டுகையின்மூலம் கீழறைத் தசைநார்களின் துடிப்புகளை உண்டாக்கினால் லயமான இதயத் துடிப்பு நின்றுவிடுவதைக் கண்டறியலாம். தனித்தனியாகவும், பிரிந்தும் தசைநார்கள் சுருங்கி விரிதல், கீழறைகளின் மேற்பரப்பில் தண்ணீரில் அலைகள் விரிந்து வட்டமாகப் பிரிந்து செல்வதைப் போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கும். வெட்டப்பட்ட இதய அறைகளின் பகுதிகளில், தசைநார்த் துடிப்புகள் தோன்று; தசைநார்த் துடிப்புகள் கீழறை, மேலறைகளிலிருந்து குருதியை வெளிச் செலுத்தத் தேவையான அழுத்தத்தைப் பாதிக்கிறது.

இதய மின்பதிவேடு, மேலறைத் தசை நார்களின் துடிப்புகளின்போது தனித்த அலைகளைக் காட்டாது; மின்னோட்ட அளவை இழையின் இடைவிடாத அலைவுகளைக் காட்டும். இது குழப்பம் மிகுந்த, இதய மேலறையின் பல பகுதிகளில் (நிகழ்கிற) அடிக்கடித் தோன்றும் மிகுதியான தூண்டுதலுக்குச் சான்று கூறுகிறது.

மேலறையின் தசைநார்த் துடிப்புகளின்போது தோன்றும் மிகுதியான தூண்டு அலைகள் மேலறை-கீழறைக் கணுவுக்கும், கிசுவின் தசைக்கற்றைக்கும் பரவா. இவ்வாறு அடிக்கடித் தோன்றுகின்ற தூண்டலைகளினால் மேல் கீழறைக் கணு லயமாகத் தூண்டப்படுவதில்லை; ஆனால், ஒழுங்கற்ற இடைவெளிகளில் தூண்டப்படுகிறது. ஆகவே, மேலறைத் தசைநார்த் துடிப்பின்போது, கீழறைச் சுருங்குதல் இலயங்கள் மாறியதாக வுள்ளன.

மேலறைத் தசைநார்த் துடிப்புகளும், அதிர்ச்சி அசைவுகளும் பல இதய நோய்களில் நிகழ்கின்றன. கீழறைகளின் சுருங்குதல்கள் மட்டுமே போதுமான அளவு

சுற்றோட்டத்தை ஏற்படுத்த இயலுமாதலால் இவைகள் உயிருக்கு அச்சம் தரத்தக்கதல்ல.

மேல்கீழறைத் தசைநார்களின் துடிப்புகளும், அதிர்ச்சி அசைவுகளும் தோன்றும் இயல்பு முறையை விளக்கமாக அறிய இயலவில்லை. இணங்கா நிலைப் பருவம் குறைவதும், இடையரு மல் தூண்டுகையைத் தோற்றுவிக்கும் அமைப்பும் தசைநார்த் துடிப்பு, அதிர்ச்சி அசைவுகள் ஆகியவற்றை உருவாக்கும் நிலையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மருந்துகளைப் பயன் படுத்தி இணங்கா நிலையை நீடிக்கச் செய்வதன்மூலம் அதிர்ச்சி அசைவைத் தடுக்க இயலும் என்ற ஆய்வுகள், குறுகிய இணங்கா நிலையின் இன்றியமையாமையைத் தெளிவாக்கின. 'ஈரிதழ் குறுக்கம்' என்ற இதய நோயில் அடிக்கடி அதிர்ச்சி அசைவுகள் நிகழ்வது, மேலறை குருதியால் பெருக்கமடைவதனுல் உண்டாகும் மிகுதித் தூண்டுதலால் இந்நிலை ஏற்படுவதற்குச் சான்ருகும்.

தூண்டுதலின் வலிமையையும், இதயச் சுருங்குதலின் வலிமையையும் தொடர்பு படுத்துதல்

தவளையின் இதயத்தை (சுடேனியசு கட்டால் நிறுத்தப் பட்டது) வேறுபட்ட வலிவுடைய 'தூண்டு மின் அதிர்ச்சி'யால் தூண்டுவதன் மூலம் இதயச் சுருங்குதலின் வலிவு நிலைத்த தன்மையை யுடையதாகவும், தூண்டுகையின் வலிவைப் பொறுத்து மாறுபடாததாகவும் இருப்பதைக் காணலாம். இதே நிலையைத்தான் இதய இணங்கா நிலை இறுதியில் தனித்த மின் தூண்டுகையால் தூண்டப்படும்போது நிகழ்கின்ற மிகுதியான சுருக்கத்திலும் காண்கின்ருேம். வலிவு குறைந்த தூண்டுகை எந்தச் சுருங்குதலையும் உண்டாக்காது. ஆனல், வலிவு குறைந்த தூண்டுகைகள் சேர்ந்து உயரும் ஆற்றல், இதயச் சுருங்குதலை உண்டுபண்ணும். இந்த ஆய்வுகள் மூலம் செய்முறைத் தூண்டுகை வலிவை உயர்த்துவதன் மூலம் இதயத்தின் தூண்டப்படும் வலிவை உயர்த்த இயலாது என்றறியலாம். இந்த முடிவால், இதயச் சுருங்குதலின் வலிவு எப்பொழுதுமே நிலைத்த தன்மையை யுடையது என்று கருத இயலுகிறது. இதயச் சுருங்குதலின் வலிவு சிறிதளவே தூண்டுகையின் வலிவைப் பொறுத்திருக்கிறது. இதயத் தசைகளைப் பொறுத்தும், இதயச் செயல் முறைகளைப் பொறுத்தும் இதயச் சுருங்குதலின் வலிவு மாறுபடுகிறது.

சுருங்குதல் வலிவுமீது தசைநாரின் தொடக்க நீளம் ஏற்படுத்தும் விளைவு

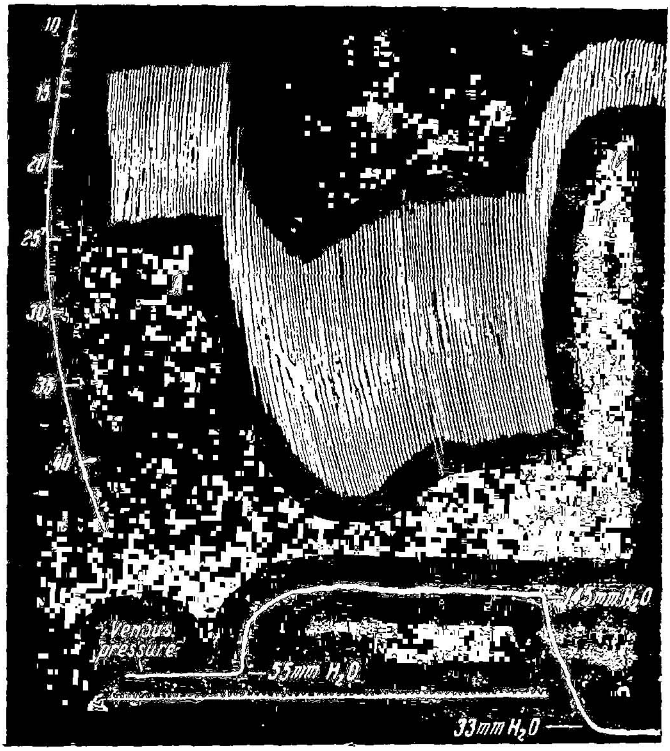
இதயம் சுருங்குவதற்குமுன் எவ்வளவு மிகுதியான தசைநார்கள் இழுப்பாற்றலைப் பெறுகின்றனவோ, அந்த அளவுக்கு இதயச் சுருங்குதலின் வலிவு உயரும். இதை 'இதயச் சுருங்குதல் விதி' என்று அறியப்படும். இந்த விதி ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர்பைத்தான் குறிக்குமேயன்றி இதயச் செயலனைத்தையும் குறிக்காததால், இதை முழுமையுடைய தாகக் கருத இயலாது (இதே தொடர்புநிலை இயங்கு, இயக்கு தசைகளுக்கும் பொருந்தும்).

தசைநார்கள் நீள் தன்மையையும், மீள் தன்மையையும் உடையன. தசைகளின் (இயக்கு, இயங்கு, இதயத் தசைகள்) நீள்தன்மையைப் பளுவைக் கொண்டு இழுப்பாற்றலை ஏற்றி, அதன் தசைநார்களின் நீளங்களை அளப்பதன்மூலம் காணலாம். எவ்வளவு மிகுதியாகப் பளு கொடுக்கப் படுகிறதோ அதைப் பொறுத்துத் தசையும் நீள்கிறது. தசை களின் நீள் தன்மையும், மீள் தன்மையும் அதன் செயல் முறைகளைப் பொறுத்து அளவில் வேறுபடும். சான்ருகத் தசையின் நீள் தன்மை அது சுருங்கும்போது குறைகிறது.

இதய அறைகளை நிரப்பும் குருதிதான், உடலியங்கியல் பளுவாக இதயத் தசைகளை நீட்டுகிறது. இதயம் விரிந்த பொழுது எவ்வளவு மிகுதியான குருதி அறைகளை நிரப்பு கிறதோ, அதைப் பொறுத்துத் தசைகளின் நீட்டுதலும் மிகுவ தால், அதைத் தொடர்ந்த சுருங்குதலின் வலிவும் மிகுதியாகிறது. படம் 29 சிரை அழுத்தத்தை உயர்த்துவதன் மூலம் இதயத்துக்குள் பாயும் குருதியை மிகுதிப்படுத்திச் செய்த ஆய்வின் முடிவுகளைக் காட்டுகிறது.

இதய விரிதலின்போது நிரப்பப்படும் குருதியின் அளவை மனித உடலில் நுட்பமாகக் கண்டுபிடிக்க இயலாது. X-கதிர் நிழற்படப்பிடிப்பு இதயக் குறுக்களவுப் பெருக்கத்தைக் காட்டும். மிகக் குறைந்த காலத்தில் குறுக்களவு பெருகி யிருந்தால் அது விரிதலின்போது நிரப்பும் குருதியின் அளவே காரணமாயிருக்க வேண்டும். இருந்தபோதிலும் இதை வைத்துப் பெருகிய இதயக் கொள்ளளவை அளக்க இயலாது. இதயம் விரிவின்போது அடையும் பெருக்கத்துக்கும், அடுத்த சுருக்கத்தின்போது வெளிச் செலுத்தப்படும் குருதி அளவுக்கும் உள்ள தொடர்பை, தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட இதய-நுரையீரல்

அமைப்பைக்கொண்டு பாவுலோவும் சிசுடோவிச் (Chistovich)சும் நடத்திய ஆய்வுகளாலும், அதன்பின் சுடார்லிங்கின் மாற்றியமைக்கப்பட்ட முறைகளாலும் கண்டறியப்பட்டது.

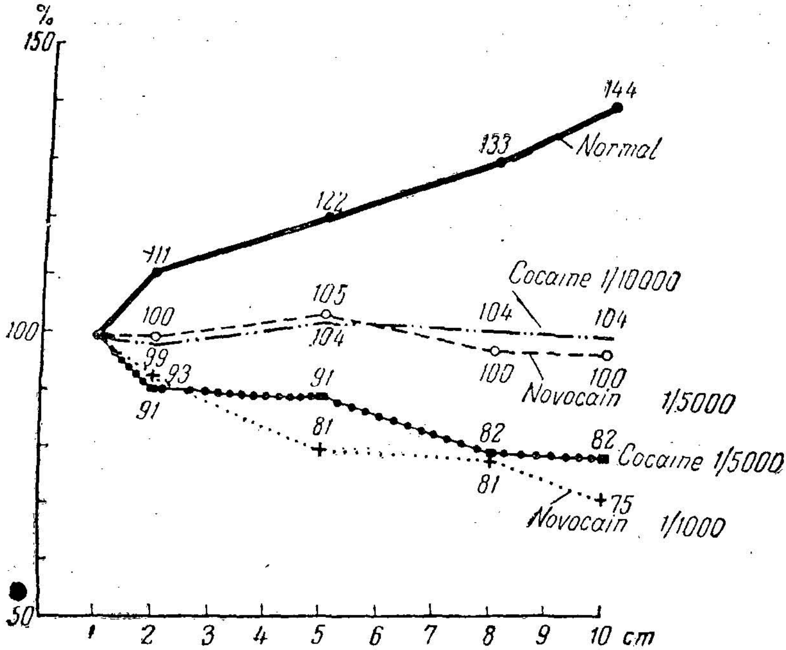


படம் 29. இதயச் சுருக்க வலிவு மீது இதய விரிதலின் விளைவு

இதய நுரையீரல் பகுதியில் செய்த ஆய்வு. மேல் வரைபடம் பெருஞ் சிரைகளின் வேறுபட்ட அழுத்த நிலைகளின்போது இதயச் சுருங்குதலைக் குறிக்கும் (A. B. C.). வரைபடத்தின் கீழ்ப்பகுதி விரிதலின் முடிவில் இதயக் கொள் அளவையும், மேல் பகுதி சுருங்குதலின் இறுதியில் உள்ள அளவையும் குறிக்கிறது.

இதய-நுரையீரல் அமைப்பு நெஞ்சறையிலிருந்து தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுவதில்லை; சிரைகளின் வழியாக அவைகளுடன் இணைக்கப்பட்ட இரப்பர் குழாய்களினால் ஒரு தேக்கியிலிருந்து குருதி இதயத்துக்குள் செல்கிறது. இதயத்தின் வலப்பகுதி சுருங்குவதால் குருதி நுரையீரல் தமனிக்குள்

செல்கிறது. நுரையீரலில் கரி-இரு-உயிரியைக் கொடுத்து விட்டு, உயிரியத்தைப் பெற்றுக் கொண்டு, வழக்கம்போலவே நுரையீரல் சிரைகள் வழியாக இடப்பகுதிக்குச் செல்கிறது. பெருந் தமனியின் பெயரிலாத் தமனி (innominate artery) தவிர, மற்றெல்லாக் கிளைகளும் கட்டப்படவேண்டும். இதயத்துக்குச் செல்லும் குருதியின் அளவை நிர்ணயிக்கும் சிரைக் குருதித் தேக்கியிலும், பெருந் தமனியிலும் அழுத்த வேறுபாடுகளை நிகழ்த்த, சிறப்பான அமைப்புகள் உள்ளன. இதயத்தை ஒரு பொதியில் வைத்து மூடுவதன் மூலம் அதன் கொள்ளளவை மதிப்பிடலாம். இதயத்திலிருந்து வெளிச் செல்லும் குருதியையும், இதயத்துக்கு வரும் குருதியையும்கூட அளக்கலாம்.

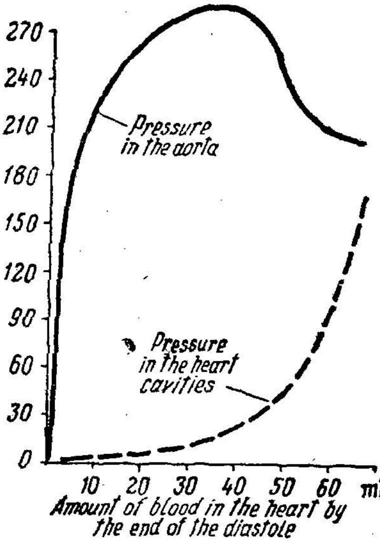


படம் 30. தவளைகளின் இதயத்தில் சிரைகளின் அழுத்தம் உயர்வதாலும், நோவோகெயின், கோகெயின் மருந்துகள் கொண்ட இரிங்கரின் கரைநீரை இதயத்துள் பாயவிடுவதாலும் பொதுச் சுருக்கஅளவில் நிகழும் மாறுதல்கள்

இதய-நுரையீரல் அமைப்பைப் பயன்படுத்தி ஆய்வுகள் நடத்தியதன்மூலம், நாயின் 56 கிரெயின் எடையுள்ள இதயத்தின் பெருஞ்சிரையில் அழுத்தம் 2 மி. மீ. (Hg.)

பாதரசமாக இருந்தபொழுது ஒவ்வொரு சுருக்கத்தின்போதும் பெருந் தமனிக்குள் செலுத்தப்படும் குருதி 4 மி.லி. ஆகுமென்று கணக்கிடப்பட்டது. ஆனால், சிரையில் அழுத்தம் 9 மி.மீ. (Hg.) பாதரசமாக உயர்ந்தபொழுது, மிகுதியான குருதியை இதயத்துக்குச் செலுத்தி, அதன் தசைகளை நீட்சியடையச் செய்ததால் ஒவ்வொரு சுருக்கத்தின்போதும் வெளிச் செலுத்தப்பட்ட குருதி 12 மி.லி. உயர்ந்தது எனக் கண்டறிய முடிந்தது.

வலுவுள்ள இதயம், சிறிதளவு பெருக்கமடைந்தால்கூட அதன் சுருங்குதல் குறிப்பிடுமளவுக்கு மிகுதியாகும். ஆனால், மெலிந்த இதயம் குறிப்பிடுமளவுக்குப் பெருக்கமடைந்தால் கூட, அதன் சுருங்குதல் வலிவு மிகுதியாகாது. பயிற்சிபெற்ற விளையாட்டாளர்கள் கடினமான பணிகளைக்கூட நாடித் துடிப்பு உயராமலே செய்ய இயலுவதை சுடார்லிங்கின் ஆய்வுரை மூலம் விளக்கலாம். மெலிந்த இதயத்தை உடையவர்கள் ஓய்வாக இருக்கும் பொழுதும்கூட அவர்கள் இதயம் பெருக்கமடைகிறது. ஏனெனில், இந்த நிலையில்தான் இதயம் குருதியைத் தமனிகளுக்குள் செலுத்த முடிகிறது. தசைப் பணிகளின் போது சிரைகளில் குருதி செலுத்துதல் மிகுதியாவதால் இதயம் பெருக்கமடைகிறது. ஆனால், அதன் சுருங்குதலின் வலிவு சிறிதுதான் கூடும். இந் நிலைகளில், இதயம் தன் சுருங்குதல் எண்ணிக்கையை மிகுதியாக்குவதன்மூலம், மிகுதியான குருதியைத் தமனிகளுக்குள் செலுத்துகிறது.



படம் 31. வரைபடம் சுருக்கத்தின் முடிவில் பெருந்தமனியில் இருக்கின்ற அழுத்தத்தையும் [தொடர் கோடு], விரிதலின் முடிவில் இதய அறைகளில் இருக்கும் அழுத்தத்தையும் [புள்ளிகளாலான கோடு], ஒப்பு நோக்குதலையும் காட்டுகிறது. இதயம் விரியும்போது அது சுருங்குதலால் பெருந் தமனியிலும் அழுத்தம் உயர்கிறது; அதன் பின் குறையத் தொடங்குகிறது [பெசுட், டெய்லருக்குப்பின்].

இதயத் தசைகளின் நீட்டிப்பு ஒரு குறிப்பிடும் அளவு வரையில்தான், அதன் சுருங்குதலே உயர்த்தும். அதன் தசை நார்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவைவிட மிகுதியாக நீட்டிக்கப் பட்டால் அதைத் தொடர்ந்த சுருங்குதலின் வலிவு கூடாது; அதற்கு மாருக மெலிவடையும்.

இதயத் தசைநார்கள் நீட்டிக்கத் தேவையான நிலைகளை நரம்பமைப்பு இயக்குவது இன்றியமையாததாகும். ஏனெனில், நரம்பு மண்டலமே, இதயத் துடிப்பு அளவையும், அதன்மூலம் விரிவுக் காலத்தையும், இதயம் விரியும் ஆற்றலையும் கட்டுப் படுத்துகிறது. மேலும், இதயத் தசையின் அனைத்துச் செயல்களை இயக்குவதன்மூலம் நரம்புகள், இதயத் தசை நார்களின் நீட்டித்தலுக்கான மறுவினைகளைக் கட்டுப்படுத்து கின்றன. ஆகவே, இதயத் தசைநார்கள் நீட்டப்படும் அளவிற்கு, அதன் சுருங்குதல்களின் ஆற்றல் கூடும் என்ருலும், இந்த ஆற்றலின் செறிவும், தூண்டுகையின் இயல்பும் இதயச் செயல்முறைகளின் நிலையைச் சார்ந்திருக் கின்றன. இதயச் செயல்முறைகள், நரம்பு மண்டலத்தின் மூலம் உடம்பு முழுவதும் தோன்றும் தூண்டுகைகளாலும், நரம்பு மண்டலத்தாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

13. இதயச் செயல்முறைகளின் கட்டுப்பாடு

அதன் இன்றியமையாமையும், இயல் நுட்பமும்

உடலின் சூழ்நிலையைப் பொறுத்தும், உறுப்புகளின் செயல்முறைகளைப் பொறுத்தும், சுற்றோட்டம் மாறுபடுகிறது. சுற்றோட்ட மாறுபாடுகளை வரையறுக்கும் உடலியங்கியல் படிமுறைகள் 'சுற்றோட்டக் கட்டுப்பாடு' என்ற பொதுப் பெயரைப் பெறும்.

சீரான நிலைகளில் சுற்றோட்டக் கட்டுப்பாடு, நிலையான புறச் சூழல்களின் மாறுபாட்டையும், உடலிலே ஏற்படுகின்ற மாறுபாடுகளையும் பொறுத்து நிகழும் கூட்டு-மறுவினைகளே யாகும். குருதிக் குழாய்களில் மாற்றங்கள் நிகழும் அதே நேரத்தில் வழக்கமான இதயச் செயல்முறைகளும் மாறுபடுகின்றன.

பொதுவாக இதயச் செயல்முறையின் கட்டுப்பாடு குருதிக் குழாய் அமைப்பினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் செலுத்தப் பட்ட குருதி அளவுக்கும், உடம்பின் பல்வேறு உறுப்புகள், அமைப்புகள் ஆகியவற்றின் பணிகளின் அளவு, தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடும் வளர்சிதை மாற்ற நிகழ்ச்சிகளின் அளவுக்கும் தொடர்பை ஏற்படுத்துகிறது.

இதயச் செயல்முறைகளின் கட்டுப்பாட்டின் இன்றியமையாமையை உடலின் செயல்முறைகளைப் பொறுத்து வெளிச் செலுத்தப்படும் குருதியின் அளவு மாறுபடுவதிலிருந்து அறியலாம். முழு ஓய்வில் இதயம் பெருந் தமனிக்குள் நிமிடத்துக்கு 4-6 லிட்டர் குருதியைச் செலுத்துகிறது. கடுமையான தசைப் பணியின்போது இது 25-35 லிட்டராக உயருகிறது. ஒவ்வொரு சுருக்கத்தின்போதும் பெருந் தமனிக்குள் செல்லும் குருதியின் அளவு 40-70 மி.லி. லிருந்து

100-180 மி.லி. ஆக உயர்வதும், இதயத் துடிப்பு நிமிடத்துக்கு 60-70லிருந்து 180-240 ஆக உயர்வதும் இதற்குக் காரணங்களாகும்.

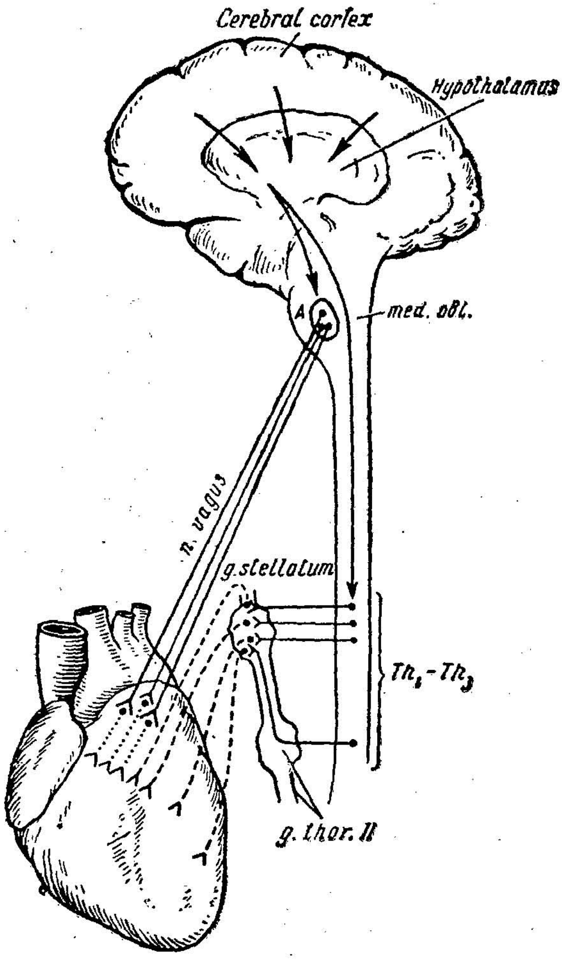
இதயச் செயல்முறைகளின் கட்டுப்பாடு மறுவினைச் செயல்முறை அடிப்படையில் அமைந்திருக்கிறது. இவை இதயத்தில் ஊடுருவி இருக்கிற உட்செல் நரம்பையும், நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து மறுவினைகளால் நிகழும் தூண்டலைகளை இதயத்துக்கு எடுத்துவரும் வெளிச்செல் நரம்புகளையும் உள்ளடக்கும். இதயச் செயல்முறைகளின் படிப்பு முறையில் முதலில் இதய நரம்புகளைத் தூண்டுவதன்மூலம் அவைகள் இதயத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் முறையையும், தன்மையையும் அறிவது இன்றியமையாததாகும்.

இதய வெளிச்செல் நரம்புகளின் இயற்கைத்தன்மை

இதயம், எதிர்பரிவு நரம்பு நார்களையும், பரிவு நரம்பு நார்களையும் பெற்றுள்ளது (படம் 32). இந் நரம்பு நார்கள் தன்னியக்க (vegetative) நரம்பு மண்டலத்தைச் சார்ந்தவை. இந்த அமைப்பு, கீழ்க்கண்ட உருவ இயல்களை உடையது. நடுநரம்பு மண்டல நரம்பு நுண்ணியங்களில் தோன்றுகிற நார்த் தண்டுகள், உறுப்புகளுக்கு நேரடியாகச் செல்லாமல், சில குறிப்பிட்ட தன்னியக்க அமைப்பு நரம்பு முடிச்சின் நுண்ணியங்களருகில் முடிகிறது. ஆகவே, இது 'நரம்பு முடிச்சின் முன் இழை' (Preganglionic fibre) என்றழைக்கப்படுகிறது. இயக்கப்படும் உறுப்பு நுண்ணியங்களை யடையும் நரம்பு முடிச்சு நுண்ணியங்களின் நார்த்தண்டு 'நரம்பு முடிச்சின் பின் இழை' (Postganglionic) என்றழைக்கப்படுகிறது.

இதயத்துக்குச் செல்லும் தெளிவறு நரம்பின் எதிர்பரிவு இழைகள், முகுளத்திலிருந்து நீங்கியதும், அந் நரம்பின் பொது அடித்தண்டுடன் சேர்ந்து கழுத்தில் மூச்சுக் குழலுக்குப் பக்கத்தில் செல்கின்றன. பரிவு நரம்பு இழைகளும் வெவ்வேறிடங்களில் இந்த நரம்புடன் இணைகின்றன. தெளிவறு நரம்பு நெஞ்சறையில் நுழைந்ததும், மேல், மைய, கீழ் இதய நரம்புகளாகப் பிரிகிறது. இந் நரம்புகளில் தெளிவறு நரம்பின் நரம்பு முடிச்சு முன்இழைகளுடன், பரிவு நரம்பின் நரம்பு முடிச்சின் பின் இழைகளும் கலந்திருக்கின்றன. இதயத்தை அடைந்ததும் பல நரம்பு முடிச்சுகளின் [ரெமாக், பிட்டர், லுட்விக், டோசியல் நரம்பு முடிச்சுகள்] நுண்ணியங்களுக் கருகில் எதிர்பரிவு நரம்பு இழைகள் முடிவடைகின்றன. இந்த

நரம்பு நுண்ணியங்களின் பெருந் தொகுதி, இதயக் கடத்தும் அமைப்பின் தொடக்க மேலறைக் கணுவிலும், மேல்கீழறைக் கணுவிலும் அமைந்திருக்கின்றன. இந் நுண்ணியங்களின்



படம் 32. இதயத்தின் நரம்பூட்டம்

A. முகுளத்தில் தெளிவறு நரம்பின் இதய நார்களுக்குரிய கரு. Th_1., Th_3—இதயத்துக்குப் பரிவு நரம்பு நார்களைக் கொடுக்கும் நுண்ணியங்களை உடைய முதுகுக் தண்டுவட்டுகள்.

II. இரண்டாவது நெஞ்சப் பரிவு நரம்பு முடிச்சு. தொடர்கோடு—தெளிவறு, பரிவு நரம்புகளின் நரம்பு முடிச்சு முன்னிழை நார்கள். புள்ளிக் கோடு—தெறிவறு பரிவு நரம்புகளின் நரம்பு முடிச்சு—பின்னிழை நார்கள்.

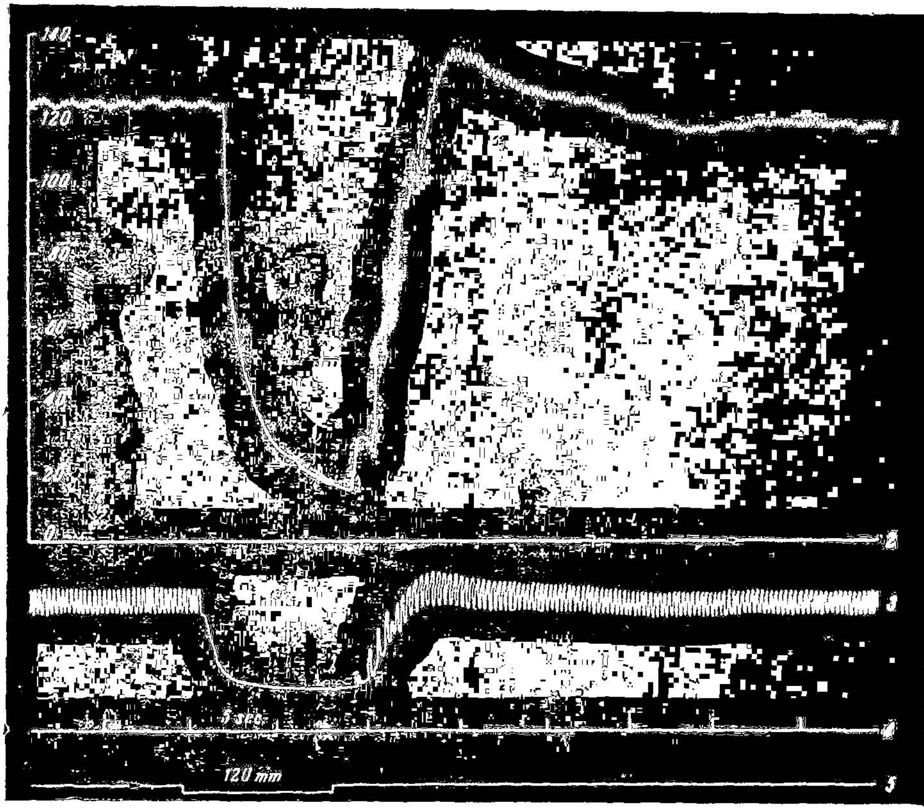
குறுகிய நார்த் தண்டுகள் கடத்தும் அமைப்பின் சிறப்புத் தசைநார்களுடனும், இதயத் தசைநார்களுடனும் நேரடியாகத் தொடர்பு கொள்ளுகின்றன. இதயத்தில் நுழைகின்ற நரம்புகள் முதன்மையாக மேலறை நடுச்சுவரின் பக்கத்திலேயே சென்று இதய இடை நரம்புப் பின்னல்களை உருவாக்குகின்றன (intercardiac plexus).

இதயப் பரிவு மண்டல முடிச்சு முன் இழைகள், முதுகுத் தண்டின் மூன்று நெஞ்ச வட்டுக்களின் பக்கக் கொம்புகளில் இருக்கும் சாம்பல் பருப்பொருளிலுள்ள நரம்பு நுண்ணியங்களின் நார்த்தண்டுகளாகும். முதுகுத் தண்டின் மேல் நெஞ்ச முன்பகுதி வேர்களிலிருந்து நீங்கும் அந் நரம்புகள் பரிவுநரம்பு மண்டலத் தொடருக்குள் நுழைகின்றன. நுழைந்த அந் நரம்புகள் 'விண்மீன் வடிவ நரம்பு முடிச்சு' (stellate ganglion) என்றழைக்கப்படுகிற நெஞ்ச மேல்பரிவு மண்டல முடிச்சுகளின் நுண்ணியங்களின் அருகில் முடிகின்றன. நரம்பு முடிச்சு நுண்ணியங்களின் நார்த் தண்டு—அதாவது நரம்பு முடிச்சின் பின்இழைகளும், விண்மீன் வடிவ நரம்பு முடிச்சால் இடையீடற்ற நரம்பு முடிச்சு முன் இழைகளும் இரு நரம்புக் கிளைகளின் வழியாகச் சென்று காரையடி தமனியைச் சுற்றி (subclavian artery) வியூசென்சு வளையம் (loop of Vieussens) என்றழைக்கப்படும் நரம்பு வளையத்தை அமைக்கிறது. நரம்பு முடிச்சுப் பின் இழைகள் அவ் வளையத்துக்குள் சென்றபின் பரிவு நரம்பு இழைகள், அடிக்கடி தெளிவறு நரம்பு இழைகளுடன் கலந்தவாறு, இதய நரம்புகளின் கிளைகளில் நுழைகிறது. பரிவு நரம்பமைப்பின் நரம்பு முடிச்சுப் பின் இழைகள், இதயத்துக்குள் நுழைந்ததும் இதயத் தசை நுண்பெருப் பொருட்களிலும், கீழறைத் தசைகளிலும் சென்று முடிகிறது.

இதயத்துக்குச் செல்லும் தெளிவறு நரம்பை உருவாக்கும் நார்த்தண்டுகளின் நுண்ணியக்-கூட்டுத் தொகுதி முகுளத் தண்டில் (medulla oblongata) அமைந்திருக்கிறது. அத் தொகுதி 'இதயத் தெளிவறு நரம்பின் நடுவு அல்லது கரு' என்றழைக்கப்படும். இதயத்துக்குச் செல்லும் பரிவு நரம்பமைப்பின் நரம்பு முடிச்சு முன் இழைகளைத் தரும் நரம்பு நுண்ணியங்களின் தொகுதி 'இதயப் பரிவு நரம்பிழைகளின் நடுவு அல்லது கரு' என்றழைக்கப்படும்.

தெளிவறு நரம்பு துண்டப்படுவதால் நிகழும் இதய விளைவுகள்

இதயத்தின்மீது தெளிவறு நரம்பின் தடை இயக்கம்: 1845இல் வீபர் உடன்பிறப்பினர் தெளிவறு நரம்பின் தேவையான வலிவுள்ள தூண்டுதலால், இதயத் துடிப்பை நிறுத்துவதையும், அதேபோல் வலிவு குறைந்த தூண்டுதலால்

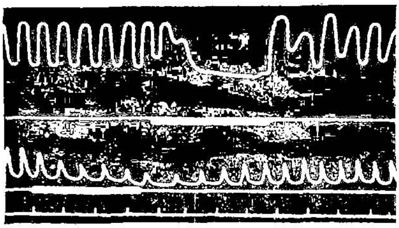


படம் 33. நாயின் இதயச் செயல்முறைகளின்மீது தெளிவறு நரம்பின் இறுதிப் பகுதியைத் தூண்டியதனால் ஏற்பட்ட விளைவுகள்

பாதரச அழுத்த அளவையால் பதிவுசெய்த இரத்த அழுத்த வேறுபாடுகள் [வரை படம் 1] காட்டப்பட்டுள்ளன.

இதயத் துடிப்பின் எண்ணிக்கை குறைவதையும் கண்டறிந்தனர். உடலியங்கியலில் இதுவே முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தடையாகும். படம் 33, தெளிவறு நரம்பு

தூண்டப்பட்டதால் நாயின் இதயத்தில் நிகழ்ந்த விளைவுகளைக் காட்டுகிறது. இந்த ஆய்வில் நெஞ்சறை திறக்கப்படுவதைத் தவிர்ப்பதற்காக, இதயச் செயல்முறை மாறுபாடுகளைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்ற குருதி அழுத்தத்தைப் பதிவு செய்வதன்மூலம் இதயத் துடிப்புகள் பதிப்பிக்கப் பட்டன. இதயத் துடிப்பு நிற்பதும் குறைவதும் குருதி அழுத்தத்தைக் குறைக்கும். படம் 33-ல் குருதி அழுத்தப் பதிவு வளைகோடு, தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்பட்டதும் கீழிறங்குவதைக் காணலாம்; அதேபோல் இதயத்தின் ஒவ்வொரு சுருங்குதலுக்கும் தொடர்பான நாடிஅலைகள் மறைந்து விடுகின்றன. படம் 34-ல் தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்பட்டதால் தவளையின் இதயத்தில் விளையும் அதே நிகழ்வுகள் காட்டப் பட்டுள்ளன.



படம் 34. தவளை இதயத்தில் தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டுவதன் விளைவு [மேல் பதிவு], இதய உள் நரம்புப் பின்னலைச் சேர்ந்த நரம்பு களைத் தூண்டுவதன்விளைவு [கீழ்பதிவு]. தடித்த கோடு தூண்டும் காலத்தைக் குறிக்கிறது. கால இடைவெளி– 1 விநாடி [தொலுமார்ட்லிஞேவ்]

மேலெழுந்த முறையில் கூறுவதானால், இத் தடையில் இதயம் ஓய்வு நிலைக்குத் செல்வதாகத் தோன்றுகிறது. ஏனெனில், ஓய்வில் இதயம் சுருங்குதல் மெலிகிறது அல்லது நின்றுவிடுகிறது.ஆனால், உறுப்பு ஓய்வடைவது அது தூண்டப் படாததனால் ஆகும். அதற்கு மாறாக இந்தத் தடைநிலைத் தூண்டுதல், தூண்டுகையின் ஆற்றலை அடக்குவதன் மூலம் நிகழ்கிறது. ஓர் உறுப்பின் ஓய்வு நிலையை மாற்றுவதற்கு ஒரு தூண்டுகை தேவைப்படுகிறது; அதற்கு மாறாக ஓர் உறுப்பின் தடைநிலை மாறுவதற்கு, அத் தடையை ஏற்படுத்திய தூண்டுகையை நிறுத்தவேண்டும். ஆகவே, தடைமுறையை உறுப்பு ஓய்வடைவதாகக் கருதுவது இயலாது. தடைநிலை, உறுப்புகளின் பணிகளை அடக்கும் ஒரு வினையாற்றல் ஆகும்.

தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டுவதன்மூலம் இதயம் நிறுத்தப் படுகிறது. இதயத்துக்குச் செல்லும் தெளிவறு நரம்பிழைகளைச் செயற்கையாகத் தூண்டினால், ஒரு தூண்டலைகள்முறை உண்டாகின்றது. இப்படி தெளிவறு நரம்பின் இதய

இழைகளைத் தூண்டுதல், மற்ற நரம்பிழைகளைத் தூண்டுவதிலிருந்து மாறுபடாது. சான்ருக, இயக்கு தசைகளுக்குத் தூண்டுதல்களை எடுத்துச்செல்லும் மின்இயக்க (motor) நரம்பைக் கூறலாம். எப்படியாயினும், தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டினுல் இதயச் செயல்கள் தடைப்படுகின்றன.

இதயத்திற்குச் செல்லும் தெளிவறு நரம்பின் இழைகள், நரம்பு முடிச்சு முன்நரம்பிழைகளாகும். தெளிவறு நரம்பில் உருவாகும் தூண்டலைகள், இதயத்தில் அமைந்திருக்கும் நரம்பு முடிச்சு நரம்பணுக்களால், இதயத் தசைக்குப் பரவுகின்றன. தானியங்கு நரம்பு மண்டலத்தின் நரம்பு முடிச்சு முன் நரம்பிழைகளிலிருந்து, முடிச்சுப் பின்னிழைகளுக்கு, தூண்டலைகள் ஊடுறுவுவதைத் தடுக்கும் நிக்கோடினைப் பயன்படுத்தி, இதைக் கண்டறியலாம். நிக்கோடினை இதயத்தின்மீது பூசினுல் (இந் நச்சுநரம்பு முடிச்சு நரம்பணுக்களைத் தாக்குவதால்), சிறிது நேரத்திற்கு இதயத் துடிப்பு வேகம் குறைந்து, பின்னர் தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டினுலும் இதயம் தடைபடுவதில்லை. ஆனுல், மின்சாரத்தால் நேரடியாக இதயத் தசையைத் தூண்டினுல், தெளிவறு நரம்பின் விளைவைப் போன்று இதயம் நின்றுவிடும். மின்சாரம் இதயத் தசையில் இருக்கும் நரம்பு முடிச்சுப் பின்னிழைகளை நேரடியாகத் தூண்டுதலே இதற்குக் காரணமாகும். இருந்த போதிலும் மின் தூண்டுதல் நேரடியாக இதயத் தசையைத் தாக்கி இதயத்தை நிறுத்த இயலும். நரம்பு முடிச்சுப் பின்னிழைகளின் முடிவுகளில் தோன்றும் கிளர்அலைகள் உறுப்பிற்குள் செல்வதைத் தடுக்கும். அட்ரோபினை இதயத்தின் மீது பூசி மின்னுல் தூண்டினுல் இதயம் தடைபடுவதில்லை. இவ் வாய்வுகளிலிருந்து நரம்பு முடிச்சு முன்னிழைகளிலிருந்து கிளர்அலைகள் பின்னிழைக்குச் செல்வதை நிக்கோடினும், முடிச்சுப் பின்னிழைகளிலிருந்து செயல் உறுப்பிற்குச் செல்வதை அட்ரோபினும் தடுக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தனவென அறியலாம்.

தெளிவறு நரம்பின் 1. இதயத் துடிப்பு ஊக்க (Chronotropic), **2. வலிமை ஊக்கச்** (Inotropic) **செயல்முறைகள்:** தெளிவறு நரம்பு தடுப்புச் செயல் முறைகளால் இதயத் துடிப்பு வேகத்தையும் இதயச் சுருக்கத்தின் வலிமையையும் குறைக்க வல்லது. இதயத் துடிப்பு இதயத்தை வயப்படுத்தும் ஆற்றல்கள், இதயத் துடிப்பு ஊக்க வயத்தன்மை எனப்படும். இவற்றில் இதயத் துடிப்பு வேகத்தைக் குறைப்பன

துடிப்பு ஊக்க எதிர்வயங்களெனவும் (Negatively chronotropic), வேகத்தை மிகுதிப் படுத்துபவற்றை துடிப்பு ஊக்க நேர்வயங்களெனவும் (Positively chronotropic) கூறப்படும். இதயச் சுருக்க வலிவை வயப்படுத்துவன, வலிமை ஊக்க வயத்தன்மைகள் எனப்படும். இவற்றின் வலிமையை மிகுதிப்படுத்துவன வலிமை ஊக்க நேர்வயத்தன்மைகள் (Positively Inotropic) எனவும், வலிமையைக் குறைப்பன வலிமை ஊக்க எதிர்வயத் தன்மைகள் (Negatively Inotropic) எனவும் அழைக்கப்படும். 1882-ல் முதன் முதலில் பாவ்லோவால் கண்டறியப்பட்ட முறைகளால் தெளிவறு நரம்பின் தூண்டலால் இதயத் துடிப்பு வேகத்திலும், அதன் வலிமையிலும் தோன்றும் மாற்றங்களை ஓரளவு பிரித்தறியலாம்.

பாவுலோவுக்கு முன்னர், தெளிவறு நரம்பு தூண்டப் படுதலால் நிகழும் இதயத் தடையும், இதயத் துடிப்பின் குறைவும் ஆகிய மொத்த நிகழ்ச்சிகள் மட்டுமே அறியப் பட்டிருந்தன. பாவுலோவ் இதய நரம்புப் பின்னலின் பல இழைகளைத் தூண்டி ஆய்ந்ததன்மூலம் இதயத் துடிப்பின் எண்ணிக்கையில் மாறுதல் நிகழ்த்தாமல், அதன் வலிவை மட்டுமே மெலியச் செய்கின்ற தெளிவறு நரம்புகளின் கிளைகளைக் கண்டார்.

தெளிவறு நரம்பின் நரம்பு முடிச்சின் பின்இழைகள், தொடக்க மேலறைக்கணு, மேல் கீழறைக்கணு, மேலறைத் தசை ஆகியவைகளில் முடிகின்றன. கீழறைத் தசைகள் எதிர்-பரிவு நரம்பு இழைகளைப் பெற்றிருக்கவில்லை என்பது இயற்கை உருவ வல்லுநர்களின் முடிவாகும். ஆகவே, இதயத்துக்குச் செல்லும் தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டும்போது நிகழ்கின்ற கீழறைச் சுருக்குதலின் மெலிவு அல்லது மறைவு, தொடக்க மேலறைக்கணுவிலிருந்து தோன்றும் தூண்டுகைகள் தடுக்கப்படுவதாலோ, தூண்டுதல் மேல் கீழறைக் கணுவில் கடத்துவது தடுக்கப்படுவதாலோ நிகழவேண்டும். ஃகிசுவின் தசைக் கற்றையைத் துண்டித்தபின் தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டினுல் கீழறைச் சுருங்குதல்கள் குறைவதோ நிற்பதோ இல்லை.

வலது தெளிவறு நரம்பு முதன்மையாக ரெமாக்சு நரம்பு முடிச்சு நுண்ணியங்கள்மூலம் தொடக்க மேலறைக் கணுவுடனும், மேலறைத் தசையுடனும் இணைக்கப்பட் டிருக்கிறது. ஆகவே, இது தூண்டப்பட்டால் முதலில்இதயத் துடிப்பின் எண்ணிக்கை குறையும். இடது தெளிவறு நரம்பு

மிகுதியான கிளைகளை மேல் கீழறைக் கணுவுக்குச் செலுத்து கிறது. இந்நரம்பு தூண்டப்பட்டால், மேல் கீழறைக் கணுவில் கடத்தல் தடைப்படுவதால் இதயத் துடிப்பை நிறுத்துகிறது அல்லது இதயத் துடிப்பின் வலிவைக் குறைக்கிறது.

தவளையின் இருதயத்தைக் கொண்டு, தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டி செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து கந்தக நீரியக் குழுக்களின் (Sulfhydryl group) செயல்களைத் தடுக்கும் சில நச்சுகள் [சான்றாக சப்ளிமேட்டு (Sublimate)] இதயத்துடிப்பு வயத் தன்மைகளை நீக்காது, வலிமை ஊக்க எதிர்வயத் தன்மைகளை மட்டும் நீக்கும் எனக் கண்டறிந்துள்ளனர். இதிலிருந்து இதயத்தின் பல்வேறு செயல்முறைகளை வயப்படுத்தும் தெளிவறு நரம்பின் வேதியியல் நிகழ்வுகளில், பல்வேறு வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன என்பதை அறியலாம்.

தெளிவறு நரம்பின் பரப்பு ஊக்க (Dromotropic), **கிளர் நிலை ஊக்க** (Bathmotropic) **வயத்தன்மைகள் :** தெளிவறு நரம்பு, கிளர்நிலை ஊக்க வயத்தன்மையால், இதயத்தின் கிளர் நிலையையும், பரப்பு ஊக்க வயத்தன்மையால் இதயத்தில் கிளர்நிலை பரவும் வேகத்தையும் பாதிக்கிறது.

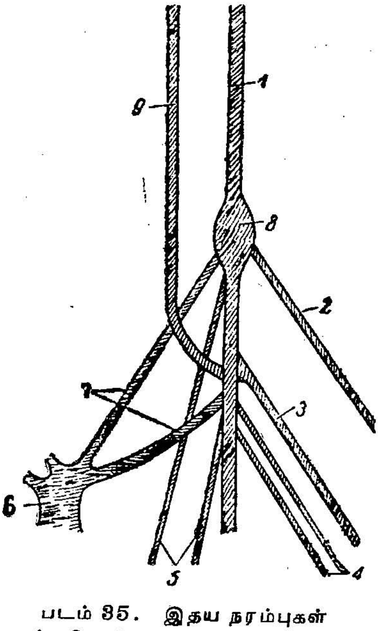
தூண்டப்பட்ட தெளிவறு நரம்பால் தடை செய்யப்பட்ட இதயத்தை மின்வலியால் தூண்ட, சீரான இதயத்தைவிட மிகுதியான மின் ஆற்றல் தேவை. இந் நிலைகளில் வலிமையான மின்வலி சிறிது நேரம் இதயத்தைத் தூண்டுவதால், கிளர்நிலை ஏற்படுகிறது. தெளிவறு நரம்பின் தூண்டுதலால் தடைப்பட்ட இதயத்தின் குரோனாக்சி (Chronaxia), இவ்வாறு குறுகுகிறது. தெளிவறு நரம்பின் கிளர்நிலையில், இதயத்தின் செயலறு நிலையும் (Refractory phase) குறுகுகிறது. அதேபோழ்து பரப்பு ஊக்க நேர்வயத் தன்மைகளால் கிளர்நிலை இதயத்தின்மீது பரவும் வேகம் மிகுதியாகிறது. தெளிவறு நரம்பின் இதயத் துடிப்பு ஊக்க, வலிமை ஊக்க வயத்தன்மைகள் ஆராயப்பட்ட அளவு, கிளர்நிலை ஊக்க பரப்பு ஊக்க வயத்தன்மைகள் ஆராயப்படவில்லை.

கீழறைத் தப்புதல் : தெளிவறு நரம்பை நீண்ட நேரம் தூண்டினால், நின்றிருந்த கீழறைச் சுருங்குதல்கள் திரும்பவும் குறைந்த எண்ணிக்கையில் சுருங்கத் தொடங்குகிறது. இதிலிருந்து தெளிவறு நரம்பைத் தொடர்ந்து தூண்டினால், கீழறைகள் தடை இயக்கத்திலிருந்து தம்மை ஓரளவு விடுவித்துக் கொள்கின்றன என்று தெரிகிறது. தெளிவறு

நரம்பு தொடர்ந்து தூண்டப்பட்டும் தடை இயக்கம் குறைவதனுல் மீண்டும் சுருங்கத் தொடங்கும் இதய ஆற்றலை, தெளிவறு நரம்பின் தூண்டலைகளின் இயக்குந் தன்மையிலிருந்து 'தப்பிய இதயம்' என்று குறிப்பிடப்படும்.

தெளிவறு நரம்புத் தூண்டுதலால் நிகழும் இதயத் துடிப்புத் தடைநிலை, நீண்ட நேரம் தூண்டும்போது குறைவதால், அது மாற்ற இயலாத தடைநிலையை ஏற்படுத்தாது என்பது தெளிவாகிறது. இதயத் தப்புதல் முறைகளின் நுட்பத் தன்மை இன்னும் விளக்கமாகத் தெரியவில்லை. தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்படுவதால் இதயத்தின் பரிவு நரம்பு மண்டல உணர்திறன் மிகுவதே முதன்மையான காரணமாகிறது. மேலறைகளில் தப்பும் நிகழ்முறைகள் இல்லை.

தூண்டப்பட்ட பரிவு நரம்பு நார்கள் இதயத்தை இயக்கும் தன்மை



படம் 35. இதய நரம்புகள்

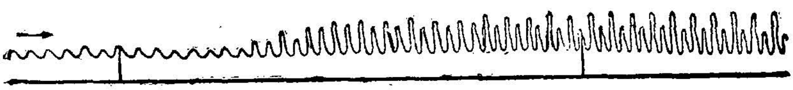
1. தெளிவறு நரம்பு [பரிவு நரம்புகளும் இதில் உள்ளன]; 2-5. தெளிவறு நரம்பின் கிளைகள்; 6. விண்மீன் வடிவ நரம்பு முடிச்சு; 7. வியூசன்சுவளைவின் கிளைகள்; 8. கீழ்க் கழுத்து பரிவு நரம்பு முடிச்சு; 9. குரல்வளை நரம்பின் திரும்புகிளை.

பரிவு நரம்பு நுண்ணியங்கள், தெளிவறு நரம்புக்கு எதிரான இதயச் செயல்களை உடையன. பரிவு நரம்பு இழைகளைத் தூண்டுவதால் இதயத் துடிப்பு விரைவாகிறது; அதன் வலிவு உயர்கிறது.

இதய நரம்புப் பின்னலின் பல்வேறு நரம்புக் கிளைகளின் (படம் 35) இயக்குந் தன்மையைப் பகுத்து ஆய்ந்ததன் மூலம் பாவ்லோவ் [1882-87] விரைவாக்கும் வயத்தன்மையுடைய 'இருவகை நரம்பு இழைகள்' இருப்பதை வெளிப்படுத்தினுர். தூண்டப்பட்ட சில நரம்பு இழைகள் கீழறைகளின் சுருங்குதல் வலிவைத் தாக்காமல், இதயத் துடிப்பின் இடைவெளிகளைக் குறைத்து இதயத் துடிப்பு

எண்ணிக்கையை மட்டுமே உயர்த்தின. வேறு சில இழைகள் தூண்டப்பட்டபொழுது, இதயத் துடிப்பு மாறுபடாமல், கீழறைச் சுருங்குதல்களின் வலிவை மட்டுமே உயர்த்திச் சுருக்கக் காலத்தைக் குறைத்தன. விரைவுபடுத்தும் நரம் பிழைகளைத் தூண்டினுல், சுருக்கக்காலத்தைக் குறைப்பதன் மூலம் இதயத் துடிப்பின் இடை வெளியை மிகுதியாக்கும். இப்படியாக பாவுலோவ் இதயச் செயல்முறைகளை உயர்த்தும் சிறப்பான வெளிச்செல் நரம்புகள் இருப்பதை நிறுவினுர். ஆகவே, இந் நரம்புகளை 'உயர்த்தும் நரம்புகள்' என் றழைத்தல் தகும்.

விரைவுபடுத்தும் நரம்புகளின் தூண்டுதல், குருதியை வெளிச் செலுத்தும் அழுத்தத்தை உயர்த்த இயலாது. சுருங்குதலின் வலிவை உயர்த்தும் நரம்புகளின் தூண்டுதல் கீழறைகளின் சுருங்குதல் வலிவை உயர்த்துவதால், குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்துகிறது. விரைவுபடுத்தும் நரம்புகளின் தூண்டுதல் இதயத் சுருங்குதல் லயத்தை நீண்ட நேரம் நிலைநிறுத்த இயலாது. மேலறை, கீழறைச் செயல்களில் இணக்கம் இல்லாவிட்டால், மேலறை வேகமாகச் சுருங்கும். அதே நேரத்தில் கீழறைகள் 2 : 1 அல்லது 3 : 1 என்ற



படம் 36. நாயின் இதயச் சுருக்கங்களின்மீது முடுக்கும் நரம்பைத் தூண்டுவதன் விளைவு

செங்குத்துக்கோடு முடுக்கும் நரம்பிழைகளைக் கொண்ட இதய நரம்புப் பின்னலைத் தூண்டுமிடத்தைக் குறிக்கின்றது.

விகிதத்தில் சுருங்கும் [பகுதி இதயத் தடை]. இப்பொழுது விரைவு படுத்தும் நரம்புகளுடன், துடிப்பை ஆழப்படுத்தும் நரம்பையும் தூண்டினுல் மேலறைகளின் துடிப்பு வேகத்திற் கேற்ப கீழறைகள் விரைவை மாற்றி அமைத்துக்கொள்வதால், மேலறை, கீழறைச் சுருங்குதல் லயங்களில் இருந்த இணக்க மில்லா நிலை மறைந்துவிடும். இதைப்போலவே துடிப்பை ஆழப்படுத்தும் நரம்புகளைத் தூண்டுவதால், நீண்ட நேரம் நெஞ்சறையைத் திறந்துவைத்தல் போன்ற மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் நின்றுவிடும் இதயத்தை மீண்டும் துடிக்கச் செய்ய இயலும். பாவ்லோவின் ஆய்வுகளில், ஆழப்படுத்தும்

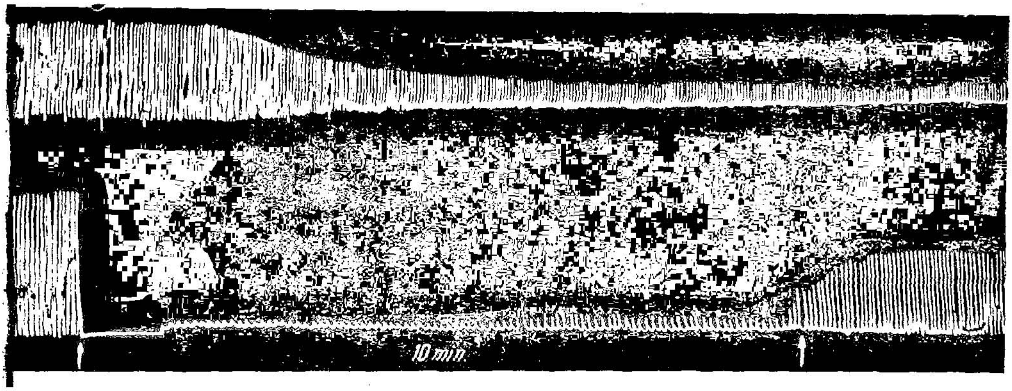
நரம்புகள் தூண்டப்படாமல், இப்படி மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளிலுள்ள இதயம் 30-45 நிமிடங்களுக்கும் மிகுதியாகத் துடித்தது. இதய வலிவை ஆழப்படுத்தும் நரம்புகளைத் திரும்பத்திரும்பத் தூண்டுவதன்மூலம் இதயத் துடிப்பு பல மணி நேரங்களுக்குத் தொடர்ந்து துடிக்கும் ஆற்றல் பெற்றிருந்தது. இத்துடன் தூண்டப்படும் துடிப்பு வலிவை ஆழப்படுத்தும் நரம்புகள், கீழறைச் சுருங்குதலின் வலிவை உயர்த்துவதன்மூலம் களைப்படைந்த இதயம் பெருந்தமனிக்குள் செலுத்திய குருதியின் அளவை 4-6 மடங்கு உயர்த்துகிறது. பாவ்லோவின் முடிவுப்படி புதிய இதயத்தின்மீது ஆழப்படுத்தும் நரம்புகளின் இயங்குந் தன்மை மெலிவானதாகும்.

பாவ்லோவின் முடிவுப்படி இதயத் துடிப்பை விரைவுபடுத்துகின்ற அதன் வலிவை ஆழப்படுத்துகின்ற நரம்பு நார்கள், பரிவு மண்டலத்தைச் சார்ந்ததாகும். ஆழப்படுத்தும் நரம்புகள் வியூசென்சின் வளையம் வழியாகச் செல்கின்றதெனப் பாவ்லோவ் அழுத்தந் திருத்தமாகக் கூறினர்.

1888-ல் பாவ்லோவ் ஆழப்படுத்தும் நரம்புகளின் செயல் நுட்ப முறைகளைப்பற்றி ஆராய்ந்தபோது பின்வருமாறு எழுதினர்: கீழறைத்தசைகளின் இன்றியமையாத பொருண்மைகளை (properties) யெல்லாம் [தூண்டப்படுந் தன்மை, கடத்தல் ஆற்றல், சுருங்கும் இயல்பு] பொதுவாக உயர்த்தும் ஆற்றல் உடையன என அந் நரம்புகளைக் கருதவேண்டுமெனக் கூறினர். பாவ்லோவ் ஆழப்படுத்தும் நரம்புகள் இதயத்தின் வளர்சிதை மாற்றங்களையும், உணவு உட்கொள்ளும் ஆற்றலையும் விரைவுபடுத்துகின்றன என நம்பினர். தூண்டப்பட்ட ஆழப்படுத்தும் நரம்பு, மிகுதியான சத்துப் பொருட்களை இதயத்துக்குக் கொண்டு வருகின்ற, இதயம் அச் சத்துப்பொருட்களைத் தன்மயமாக்கும் நிலையை உயர்த்துகின்ற ஊட்ட ஆற்றல் உடையதென்றும் நம்பினர். இதிலிருந்து மிகுதியான ஆற்றல் செயல்முறைகளுக்காக வெளிப்படுகிறதென்றும், அந்த ஆற்றலை உருவாக்கத் தேவையான நிகழ்ச்சிகட்காக, நொதிகளின் அமைப்பு மாற்றப்படுத்தப் படுகிறதென்றும் தெரிகிறது. அதே நேரத்தில் சுருங்குதலின் போது பயன்படுத்தப்பட்ட பொருட்களுக்கு மாற்றுப் பொருட்கள் விரைவாகத் திரும்பவும் கொடுக்கப்படுவதையும் அறியலாம்.

இதய நரம்பு வயமுறைகளின் நீர்ம நுட்பமுறை

பரிவு நரம்பு, எதிர் பரிவு நரம்பின் நரம்பு முடிச்சின் பின்னிழைகளின் செயல்முறைகள் ஆய்வு, தூண்டப்படும் உறுப்புகளின்மீது அவைகளின் வயப்படுத்தும் ஆற்றல்களின் நுட்ப முறைகளைத் தெரிய வழிகோலியது. 1922-ல் லியூவி (*Loewi*) தெளிவறு நரம்பின் நரம்பு முடிச்சுப் பின் இழைகள் தூண்டப்படுவதால் அந்த இழைகளின் முடிவுகளில் ஒரு பொருள் விடுவிக்கப்படுகிறதென்றும், அப் பொருள் இதயத்தைத் தாக்கி, தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்படுவதால் நிகழும் இதய மாறுபாடுகளை நிகழ்த்துகிறது எனவும் அறிவுறுத்தினார். அதேபோல பரிவு நரப்புகள் தூண்டப்படுவதால் அதன் நுனிகளில் ஒரு பொருள் விடுவிக்கப்படுகிறதென்றும், அஃது இதயத்தைத் தாக்குவதன்மூலம் பரிவு நரம்பு



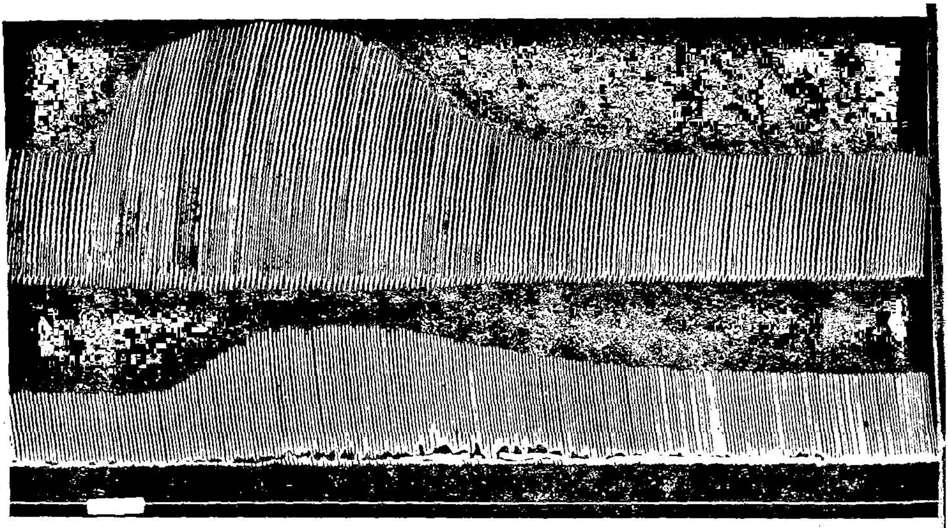
படம் 37. தெளிவறு நரம்பின் நிறுத்தும் ஆற்றலின் நீர்மப் பரவுதல்

கீழே: தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்பட்டதால் நிகழ்ந்த இதயச் சுருங்குதல்களின் பதிவு. மேலே: அதே நேரத்தில் அவ் விதயத்திலிருந்து வெளிச் சென்ற உடலியங்கு கரைநீர், மற்றொரு இதயத்துக்குள் பாய்ச்சப்பட்டதனால் விளைந்த இதயச் சுருங்குதல்களின் பதிவு [கோசுட்யன்சுக்குப்பின்].

தூண்டப்படுவதால் இதயத்தில் நிகழ்த்தும் செயல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்றும் அறிவுத்தினார். தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்பட்டதால் நின்ற இதயத்திலிருந்து வெளிவரும் ரிங்கரின் கரைநீர், தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட வேறொரு தவளையின் இதயத்துக்குள் பாய்ச்சினால், அந்த இதயத்தின் சுருங்கும் ஆற்றல், தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்பட்டால் நிகழும் மாற்றங்களைப் போலவே, குறைந்து மெலிகின்றது (படம் 37). இம் முடிவுகளின்படி, இதயத்திற்குள் பாய்கின்ற, தெளிவறு

நரம்புத் தூண்டுதலால் நிறுத்தப்பட்ட இதயத்திலிருந்து வெளிவரும் நீரிலுள்ள வேதியியல் பொருட்களால், தெளிவறு நரம்புத் தூண்டுதலால் நிகழும் மாற்றங்களை நிகழ்த்த முடியும் என்று புலனுகிறது.

இதேபோல இதயத்தின் செயல்களை விரைவுபடுத்துகின்ற ஆழப்படுத்துகின்ற பரிவு நரம்பின் செயல்முறைகளை, அப் பரிவுநரம்புத் தூண்டுதலுக்கு உட்பட்ட இதயத்திலிருந்து வெளிவரும் ரிங்கர்-கரைநீரை மற்ருெரு இதயத்துக்குப் பாய்ச்சுவதன்மூலம் காணலாம் (படம் 38).



படம் 38. இதயப் பரிவு நரம்பு இழைகளின் தூண்டும் ஆற்றலின் நீர்மப் பரவுதல்

மேலே: பரிவு நரம்பு தூண்டப்பட்டதால் இதயச் சுருங்குதல்களில் விரைவுத் தன்மை நிகழ்ந்ததன் பதிவு. கீழே: அதே சமயத்தில் அவ் விதயத்திலிருந்து வெளிச்சென்ற ரிங்கரின் கரைநீரை, இன்ெனாரு இதயத்துக்குள் பாய்ச்சப்பட்டதனுல் நிகழ்ந்த இதயச் சுருங்குதல்களின் பதிவு.

இதிலிருந்து இதயத்துக்குச் செல்லும் நரம்புகள் தூண்டப்பட்டால் அவற்றின் நரம்பு முடிச்சுப் பின்னிழைகளின் நுனிகளிலிருந்து சில பொருட்கள் தோன்றுகின்றதெனவும், அப் பொருட்கள் இதயத்தைத் தாக்குவதால், தொடர்புடைய நரம்புகள் தூண்டப்படுவதால் நிகழும் இதய மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றதெனவும் அறியலாம். எதிர்பரிவு நரம்பு முடிச்சின் பின்னிழைகளைத் தூண்டும்போது, அந் நரம்பு

நுனிகளில் 'அசிட்டைல் கோலின்' விடுவிக்கப்படுகிறது. பரிவு நரம்பு முடிச்சின் பின்னிழைகளைத் தூண்டுவதால் [மேற் சிறு நீரக நீர்மத்தை] ஒத்த 'பரிவு நீர்மம்' (Sympathin) என்றழைக்கப்படும் பொருள் தோன்றுகிறது. இவைகளில் எதற்குமே, குறிப்பாக அசிட்டைல்கோலினிற்கு நிலைத்திருக்கும் தன்மை இல்லை. அசிட்டைல்கோலின், 'கோலின் எசுட்ரேசு' என்ற நொதியால் எளிதாகச் சிதைக்கப்படுகிறது. ஆகவேதான் தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்படுதல் நிறுத்தப்பட்டதும் அதன் தூண்டுதல் தன்மையும் விரைவில் மறைகிறது.

அசிட்டைல் கோலினும் [மீச்சுரப்பி நீர்மமும்], நரம்புத் தூண்டுதலின் 'நீர்மத் தூதுவர்கள்' என்றழைக்கப்படும். அவைகள் எதிர் பரிவு, பரிவு நரம்புகளின் நுனிகளில் தள்ளத் தக்க அளவு உருவாகின்றன [ஒரு கிரெய்னின் ஆயிரத்தில் ஒரு பகுதி அல்லது பத்து இலட்சத்தில் ஒரு பகுதி]. ஆனால், இந்தப் பொருட்கள் மிகுதியான செயல் ஆற்றலுடையன. சான்றாக, அசிட்டைல்கோலினின் அடர்த்தி 1-ல் 10,000,000 பகுதி, இதயத்தை நிறுத்தப் போதுமானது. தன்னியக்க நரம்பு மண்டலத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படும் பணியாற்றும் உறுப்புகளிலெல்லாம், எதிர்ப்பரிவு நரம்பு முடிச்சு பின்னிழைகளின் நுனிகளில் அசிட்டைல்கோலினும், பரிவு நரம்பு முடிச்சின் பின்னிழைகளில் [மீச்சுரப்பி நீர்மமும்] தோன்றுவதன்மூலம் நரம்பமைப்பு, செயல்களை நிகழ்த்துகிறது. நரம்பைத் தூண்டுவதால், இந்தக் கூட்டுப் பொருட்கள் நரம்பு நுனிகளில் விடுவிக்கப்படுவதன்மூலம், தூண்டப்படும் உறுப்புகளின் செயல்முறைகளைக் கட்டுப் படுத்துகிறது. இதுதான் நரம்புத் தூண்டுகைகள் பரவுவதின் வேதியல் மெய்ம்மையாகும்.

அண்மையில் கோசுட்யன்ட்சும், அவர் குழுவினரும், நரம்பைப்பெறும் உறுப்புகளின் வளர்சிதை மாற்றங்கட்கும், நரம்புத் தூண்டுதலால் தோன்றும் வேதியியல் பொருட்களின் செயல்களுக்கும் தொடர்பிருப்பதைச் செயல்முறைகளால் விளக்கினார்கள். சான்றாகத் தவளையின் இதய வளர்சிதை மாற்றங்கள் வேதி நஞ்சுகளினால் [ஆர்சனிக் கூட்டுப் பொருட்கள்] தடை செய்யப்பட்டால், அவைகள்—SH (Sulfhydryl) குழு நொதிகளைத் தாக்குவதன்மூலம் இதயத் தசையின் தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டுதலால் தோன்றும் அசிட்டைல் கோலினுக்கான உணர்ச்சியை இழக்கச் செய்கின்றன. ஆனால்

சுருங்குதல் பண்புகளை நிலைநிறுத்துகின்றன. சீரான இதய வளர்சிதை மாற்றங்கள் திரும்ப நிகழ்ந்தால், இதயத்தின் மீதான அசிட்டைல்கோலின் நிறுத்த ஆற்றல் மீண்டும் தோன்றுகிறது.

இதய நரம்புகளின் ஆற்றல்

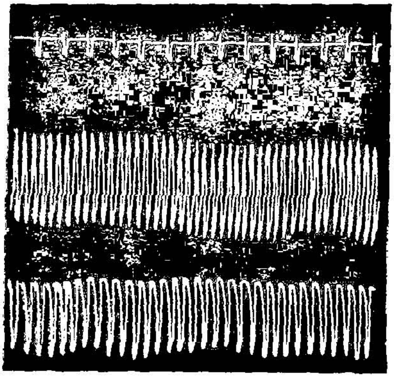
தூண்டப்பட்டால் இதயச் சுருங்குதல்களை மெலியச் செய்யும், குறையச் செய்யும் ஆற்றலுடைய நரம்பு இழைகள் தெளிவறு நரம்பில் உள்ளன என்ற உண்மை, பொது நிலைகளில் தெளிவறு நரம்பு எவ்வாறு, எப்பொழுது இதயத்தைத் தாக்குகிறது என்பதைத் தெளிவாக்கவில்லை. இந்த நரம்புக்கு இதயத்தை நிறுத்தும் ஆற்றல் உள்ளது என்பதை அறிவது மட்டும் போதாது. அதைவிட எப்பொழுது எவ்வளவு தொலைவு இவ் விதய நிறுத்துதல் நிகழ்கிறது என்பதை அறிவது மிக இன்றியமையாததாகும். கீழே விரித்துரைக்கப்பட்டுள்ள ஆய்வுகள் இக் கேள்விகளுக்கு விடை பகரும்.

இதயத் தெளிவறு நரம்பின் வய அடக்கத்தால் ஏற்படும் விளைவுகள் : நாயின் இரு தெளிவறு நரம்புகளையும் துண்டித்தால், இதயத் துடிப்பு உடனே $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ மடங்கு உயர்வதைக் காணலாம். மருந்துப் பொருளான அட்ரோபினைக் (Atropine) கொண்டு இதயத்தின் எதிர் பரிவு நரம்புச் செயல் முறைகளைத் தற்காலிகமாகத் துண்டிப்பதன்மூலம் மனித இதயத்திலும் இதே விளைவுகளைக் காணலாம். எதிர்பரிவு நரம்பு முடிச்சுப் பின்னிழைகளிலிருந்து அவைகள் இயக்கும் உறுப்புகளுக்குச் செல்லும் தூண்டுகையை, அந் நரம்பு நுனிகளில் விடுவிக்கப்படும் அசிட்டைல்கோலினின் செயல் முறைகளை நிறுத்துவதன்மூலம் தடுக்கிறது. 2-3 மி.கி. அட்ரோபினைத் தோல் அடியில் உட்செலுத்துவதன்மூலம் இதயத் துடிப்பு வலுவாக முடுக்கப்படுவதைக் காணலாம்; இதயத் துடிப்பு நிமிடத்துக்கு 140-180 ஆக உயர்கிறது.

தெளிவறு நரம்பின் வயத்தை அடக்குவதன்மூலம் இதயத் துடிப்பு முடுக்கப்படுவதால், இதயத்துக்குச் செல்லும் தெளிவறு நரம்பில் தொடர்ச்சியாகத் தூண்டுகைகள் பரவுகின்றன எனக் கருதவேண்டியிருக்கிறது. இதிலிருந்து, இதயத்தை நிறுத்தும் தெளிவறு நரம்பு எப்பொழுதும் ஒருவகைத் தூண்டப்பட்ட நிலையில் இருப்பதையும், அந்நிலை இதயத்தை நிறுத்தும் வல்லமையற்றதென்பதையும், ஆனால்

தொடர்ச்சியாகக் குறிப்பிட்ட அளவு இதய லயத்தைக் குறைக்கப் போதுமானது என்பதையும் அறியலாம்.

தெளிவறு நரம்பு மையத்தின் உரம்: நீண்ட நேரத் தூண்டுதலுக்குப் பின்னும் சோர்வுத் தன்மை தொடராமலிருந்தால் அஃது அழுத்தமிகு உரம் என்றழைக்கப்படும். இதயத்துக்கு நரம்பூட்டும் தெளிவறு நரம்பின் நரம்பு நுண்ணியங்களில் குறைகின்ற, உயர்கின்ற இடைவிடாத தூண்டுதல் நிலை 'தெளிவறு நரம்பு உரம்' (vagal tone) என்று குறிப்பிடப்படும். தெளிவறு நரம்பின் தூண்டுதல் தொடர்ச்சியான, ஆனால் விரைவில் மாறும் இதயப் பணிகளைக் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு நிறுத்தி வைக்கிறது. இதயப் பணிகளைத் தடை செய்யும் தெளிவறு நரம்பின் நரம்பு நுண்ணியங்களின் உரம் காரணம் தெரியாமல் சில மனிதர்களில் திடீரென மெலிகிறது. இதனால் வழக்கமில்லாததாக, இதயத்துடிப்பு வலுவுடன் முடுக்கப்படுகிறது [இதயத்துடிப்பு நிமிடத்துக்கு 160—180 ஆக உயரும்]. இதை வேக இதயத் துடிப்பின் திடீர் எழுச்சி என்றழைக்கிறார்கள் (paroxysmal tachycardia). சில நேரங்களில் இத் திடீர் எழுச்சியைத் தெளிவறு நரம்பு உரத்தை உயர்த்துவதன் மூலம் தடை செய்யலாம். இதயத்துக்கு நரம்பூட்டும் தெளிவறு நரம்பின் நரம்பு நுண்ணியங்களின் உரம் ஐயமின்றி தெளிவறு நரம்பின் கருவில் இருக்கும் நரம்பு நுண்ணியங்களின் நிலையான தூண்டுகைகளின் தூண்டலைகளாலாகும். இந் நரம்பு நுண்ணியங்களின் நார்த்தண்டுகளே இதயத்துக்குச் செல்லும் நரம்புகளாகும். தசைப் பணிகளின் போதும், உணர்ச்சி நிலைகளின் போதும் உயர்கின்ற இதயத் துடிப்பு



படம் 39. நாயின் இதயத் துடிப்பு

மேலே: தெளிவறு நரம்புகள் துண்டிக்கப்படுமுன்; நடு: துண்டிக்கப்பட்டபின்; கீழே: கால இடைவெளிகள் [2 வினாடிகள்].

வேகம், இதயத்தைத் தடைசெய்யும் தெளிவறு நரம்பின் நரம்பு நுண்ணியங்களின் உரம் குறைவதன் தொடர்பாக நிகழ்கின்றது [இதயத்துக்கு நரம்பூட்டும் பரிவு

நரம்பமைப்பு நரம்பு நுண்ணியங்களின் உரம் அதே நேரத்தில் உயர்கிறது].

புதிதாகப் பிறந்த குழந்தைகளின் தெளிவறு நரம்பு உரம் மெலிவாகவோ, இல்லாமலோ இருக்கும். ஆகவே தான் அக் குழந்தைகளின் நாடித் துடிப்பு விரைவாக [நிமிடத்துக்கு 130—140 வரை] உள்ளது. தெளிவறு நரம்பின் இதய நரம்புகள் உரத்தைக் குழந்தைகளின் முதல் வார வாழ்க்கையின்போது பெறுகின்றன.

சில நோய் இயல் முறைகளில் இதயத்துக்கு நரம்பூட்டும் தெளிவறு நரம்பின் உரம் குறிப்பிடும் அளவுக்கு உயர்வதால் இதயத் துடிப்பு குறைகிறது. சான்றாக, மூளைத் தண்டுவடக் குழப்பின் அழுத்தம் உயரும்பொழுது (cerebro-spinal fluid) மூளைக் கட்டிகளின்போதும் தெளிவறு நரம்பின் உரம் உயர்வது சிறப்பியல்பாகும். குருதிக்குள் செலுத்தப்பட்ட சில வேதிப் பொருட்கள் உரத்தை உயர்த்தும் தன்மையுடையன.

இதயப் பரிவு நரம்புகளின் உரம்: இதயத்துக்குச் செல்லும் நரம்புகளை யுடைய நுண்ணியங்களும் ஒரு வகை உரம் உடையன. தெளிவறு நரம்பு உர ஆய்வுப் பொருளைவிட இவ் வாய்வுப் பொருள் குறைவாகத்தான் ஆராயப்பட்டது. விண்மீன் வடிவ நரம்பு முடிச்சு வேரறுக்கப்பட்ட பின்பு (extirpation), அதாவது இதயப் பரிவு நரம்பூட்டத்தைத் தவிர்த்த பின்பு, இதயத்துடிப்பு வேகம் குறைவது கண்டறியப் பட்டது. நாயின் இதயப் பரிவு நரம்பூட்டத்தை நீக்கிய பின்பு இதயத்துடிப்பு பொதுவாக இருந்ததைவிட 15 முதல் 25 விழுக்காடுவரை குறைகிறது.

வலிவை ஆழப்படுத்தும் நரம்பின் உரத்தைப்பற்றித் தேவையான அளவு ஆராயப்படவில்லை.

இதயத்தை வயப்படுத்தும் தெளிவறு, பரிவு நரம்புகளின் இடைத் தொடர்பு

இதய எதிர்பரிவு, பரிவு நரம்புகளின் மையங்கள் மிகவும் இடைத் தொடர்புடையன. ஒன்றின் குறிப்பிட்ட அளவுத் தூண்டப்படுதல் உயர்வு, வழக்கமாக அதே நேரத்தில் மற்றொன்றின் தூண்டப்படுதலைக் குறைக்கிறது. சான்றாக, தெளிவறு நரம்பின் உரம் தசைப் பணிகளின்போது குறைந்து, ஆழப்படுத்தும் நரம்பு மையத்தின் உரமும்,

இதயத்தை முடுக்கும் மையத்தின் உரமும் உயர்கின்றன. இம் மாற்றங்களினுல் இதயத் துடிப்பு முடுக்கப்படுதலும், ஆழப் படுத்தப்படுதலும் ஒரே நேரத்தில் தெளிவறு நரம்பின் தடை செய்யும் தூண்டுகையின் வயம் குறைவதாலும், பரிவு நரம்பின் உரம் உயர்வதாலும் நிகழ்கின்றன.

தெளிவறு நரம்பின் மூலம் இதயத்துக்குச் செல்கிற தடை வயங்களின் பரப்புதல் நிறுத்தப்பட்டு, பரிவு நரம்பின் முடுக்கும் ஆற்றல்கள் நிலைநிறுத்தப்பட்டால், இதயப் பரிவு நரம்புகளையும், தெளிவறு நரம்புகளையும் அடக்குவதால் உயரும் இதயத் துடிப்பைவிட, மிகுதியாக உயரும். செயல் முறை மருத்துவத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தெளிவறு நரம்பு வயத்தை, அட்ரோபினுல் அடக்கப்பட்ட பிறகு, உணர்ச்சிகளைத் தூண்டுவதன்மூலம் அது உயர்த்தும் இதயத் துடிப்பு லயம் மிகுதி என்ற உண்மை இதனுடன் தொடர்புடையது. எப்படியிருந்தபோதிலும் தசைப்பணிகளின் போதும், மன அமைதியின்போதும் இதயத்துக்கு நரம்பூட்டும் தெளிவறு நரம்பு நுண்ணியங்களின் தூண்டப்பட்ட வயம், பரிவு நரம்பின் தூண்டப்பட்ட வயத்தைவிட மிகுதியாயுள்ளது; முழுதும் நரம்புகள் நீங்கிய இதயம் பொது நிலையைவிட மிகுதியாகத் துடிக்கிறது.

வழக்கமான இதயச் செயல் முறைகள், நரம்பமைப்பு வயங்களின் இணைச் செயலால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. வேறுபட்ட உடல் செயல் முறைகளைப் பொறுத்து இதயப் பணிகளின் பல்வேறு செயல் முறைகளும், நரம்பமைப்பின் இணைச் செயலால் மாறுபடுத்தப்பட்டு, ஒழுங்கு செய்யப் படுகின்றன. தெளிவறு நரம்பின் இதயத்தைத் தடைசெய்யும் இழைகள், பரிவு நரம்பமைப்பின் வலிவை ஆழப்படுத்தும் நரம்புகளின் விரோதிகளல்ல. பாவ்லோவ், தெளிவறு நரம்பைத் தூண்டுவதன் மூலம் இதயச் சுருக்கக் காலம் தாழ்த்தப்படுவதால், குறைந்துள்ள குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்தும் என்று கண்டார். தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்படும் பொழுது இதயச்சுருக்கங்களின் இடைவெளி மிகுகின்றது. அவ் விடைவெளியில் இதயம் சுருங்கி விரியும்போது தோன்றிய உயிர்வேதியியல் முறைகள் மட்டுப்படுத்தப்படுவதால், தொடர்ந்து வரும் இதயச் சுருங்குதலின் வலிவு மிகுந்து, குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்தக் காரணமாகிறது. ஆகவேதான் பாவ்லோவ், தடைசெய்யும் தெளிவறு நரம்பு இழைகளை 'இதய ஓய்வைக் கட்டுப்படுத்துபவைகள்' எனக் கூறினர்.

பரிவு, எதிர்பரிவு நரம்புகளின் இதயத்தை வயப்படுத்தும் தன்மைகளின் இடைத் தொடர்புகள் இதயத் துடிப்பு வேகத்தை மட்டுமே ஆராய்வதன் மூலம் தேர்ந்தாராயப் படுகின்றன. இது வருந்துதற் குரியதாகும். இதயச் சுருங்குதல்களின் வலிவு, இதயத் துடிப்பு லயத்தைவிட இன்றியமையாமையில் குறைந்ததன்று. எனினும், இதய நரம்பூட்டம்பற்றிய தேர்ந்தறியும் ஆய்வாளர்கள், இதய வலிவை அலட்சியப்படுத்திவிடுகின்றனர். இதயத் துடிப்பு வலிவை அளப்பது, இதயத் துடிப்பை விடச் செயல் முறையில் மிகச் சிக்கலானதே இந் நிலைக்குக் காரணமாயிருக்கலாம்.

தெளிவறு நரம்பின் சில இழைகளைத் தூண்டுவதால் தடை செய்யப்படும் இதயத் துடிப்பு லயமும், பரிவு நரம்பு இழைகளைத் தூண்டுவதன் மூலம் முடுக்கப்படும் இதயத் துடிப்பு வேகமும் நிலையானதல்ல. வெடன்சுகி (Wedensky) கூற்றுப்படி இதயத்தின்மீது தெளிவறு நரம்பின் தடை செய்யும் ஆற்றல், இதயத் துடிப்பைக் குறைப்பதன் மூலம், அதை நிறுத்துவதற்கான சூழ்நிலைகளை உருவாக்குகிறது. சில சூழ்நிலைகளில் தெளிவறு நரம்பின் தூண்டுதல் இதயச் செயல் முறைகளை நிறுத்துவதைவிட ஆழப்படுத்துகிறது என வெடன்சுகி கண்டார். தொடர்ந்த ஆய்வுகள், இயக்கு மின் வலியின் நேர்க்கொடி (anode) தூண்டுதல் குறைக்கும் இதயத்தைத் தடைசெய்யும்; தெளிவறு நரம்பின் ஆற்றலை நீக்கும்; அதே போழ்து எதிர் கொடி நிறுத்தும் ஆற்றலை ஆழப்படுத்துகிறது என்று காட்டியுள்ளன [அர்சாவ்சுகி].

பல்வேறு ஏற்பிகளின் மறுவினைகள் இதயத்தை வயப்படுத்தும் முறை

தெளிவறு, பரிவு நரம்பு மையங்களின் தூண்டப்படும் தன்மை, அதாவது அவைகளின் உரம் மறுவினை நுட்ப முறை மூலம் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. அவ்வுரம் பல்வேறு ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதன்மூலம் ஏற்படுகிறது. இதயச் செயல்முறைகளின் மறுவினைக் கட்டுப்பாடு, குருதிக் குழாய்களின் உர மறுவினைக் கட்டுப்பாட்டுடன் சேர்த்து இயக்கப்படுகிறது. இது உயிரமைப்பின் பல்வேறு கூட்டு—மறுவினைகளுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் மறுவினைகள் இதயச் செயல் முறைகளை வயப்படுத்தும் தன்மை: உறுப்பிடை ஏற்பிகள் (interoceptors) எதைத் தூண்டினாலும் மறுவினைகள் மூலம்

இதயச் செயல்கள் மாற்றப்படுகின்றன. இதயச் செயல் முறைகளை வயப்படுத்தும் உறுப்பிடை ஏற்பிகளில், பெருந் தமனி வளைவிலும், கழுத்துத் தமனி (corotid artery) பிரியும் பகுதியிலும் உள்ள உறுப்பிடை ஏற்பிகளும், அவைகளில் தோன்றும் தூண்டுகைகளும் மிகவும் இன்றியமையாதன [படம் 62]. இங்கே பல குருதிக் குழாய் அழுத்த மாறுபாட்டு ஏற்பிகள் (baroreceptors), அதாவது குருதி அழுத்தம் குழாய் களில் உயர்வதால் தூண்டப்படும் பொறி நுட்ப ஏற்பிகளின் குழு அமைந்திருக்கிறது. இந்த ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதால் தோன்றும் தூண்டு அலைகள், முகுளத் தண்டிற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இதயத் தெளிவறு நரம்பின் மையம் தூண்டப்படுதலும், உடன் நிகழ்கிற பரிவு நரம்பு மையத் தடையும் இந்த தூண்டலைகளுக்கான மறுவினைகளாகும்.

மற்றவைகளெல்லாம் சமமாக இருக்கையில், எவ்வளவு குருதி அழுத்தம் உயர்கிறதோ, அவ்வளவுக்கு இதய நரம்புகளின் தெளிவுறு நரம்பு மையம் விரைவாக மறுவினை களால் தூண்டப்படும்; இதயச் செயல் முறைகள் தடை செய்யப்படும்.

பெருந்தமனி வளைவு, கழுத்துத் தமனிப் பை ஆகியவற்றின் ஏற்பிகள் இதயச் சுருக்கத்தின் குருதி அழுத்தத்தாலும், சிறிதளவு இதய விரிவின் குருதி அழுத்தத்தாலும் தூண்டப் படும். இதிலிருந்து பெருந்தமனி வளைவிலும், கழுத்துத் தமனிப் பையிலும் இருக்கும் அழுத்த மாறுபாட்டு ஏற்பிகளில் இருந்து நடுநரம்பு மண்டலம் நிலையாகத் தூண்டலைகளைப் பெறுகின்றதென்றும், அத் தூண்டலைகள், மறுவினைகள் மூலம் தெளிவறு நரம்பு மையத்தைத் தூண்டுவதனால் இதயத்தைத் தொடர்ச்சியாகத் தடைசெய்கிறதென்றும் அறிகிறோம். இதைத்தான் 'தெளிவறு நரம்பின் உரம்' என்று குறிப்பிடுகிறோம்.

அழுத்த மாறுபாட்டு ஏற்பிகளில் தோன்றும் தூண்டலை களின் மறுவினைகளால் தெளிவறு நரம்பின் மையம் தூண்டப் படுதலும், அதன் உடன் நிகழ்வான பரிவு நரம்பு மையம் தடை செய்யப்படுதலும் எப்பொழுதும் நிலையானதல்ல. சான்றாக, தசைப்பணிகளின்போது உயரும் குருதி அழுத்தம், நீண்ட நேரத்துக்கு உயர்ந்த நிலையில் நிலைநிறுத்தப்பட்டாலும்கூட இதயத் துடிப்பு லயம் குறைக்கப்படுவதில்லை.

பெருஞ்சிரைகளின் நுழைவாயில்களில் அமைந்திருக்கும் ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதால் நிகழும் மறுவினைகளும் (Bainbridge reflex) இதயச் செயல்முறைகளைக் கட்டுப்படுத்துவதில் இன்றியமையாப் பங்கேற்கின்றன. பெருஞ்சிரைகளில் உயர்கின்ற குருதி அழுத்தம், அவை இதயத்தில் நுழையும் வாயிலில் அமைந்துள்ள 'அழுத்தமேற்பிகளைத் தூண்டுவதால் இம் மறுவினை நிகழ்கிறது. இந்த ஏற்பிகளிலிருந்து உட்செல் நரம்புகள் முதுகுத் தண்டுக்குச் செல்கின்றன. இந் நரம்புகள் தூண்டப்பட்டால் மறுவினைகள்மூலம் தெளிவறு நரம்பு மைய உரத்தைக் குறைக்கின்றன; இதயத்துக்கு நரம்பூட்டும் பரிவு நரம்பின் உரத்தை உயர்த்துகின்றன. இந் நிகழ்ச்சிகளால் இதயத் துடிப்பும், அதன் சுருங்குதலின் வலிவும் உயர்கின்றன.

அணைத்துக் குருதிக் குழாய்களிலும், திசுக்களிலும், உறுப்புகளிலும்கூட உறுப்பிடை ஏற்பிகள் உள்ளன. அழுத்தமேற்பிகளுடன், வளர்சிதை மாற்றங்களில் உருவாக்கப்படும் வேதியியல் பொருட்களால் தூண்டப்படும் ஆற்றலுடைய மற்றொரு 'வேதி ஏற்பி' (Chemoreceptors) அமைப்புகளும் உள்ளன. போதுமான வலிவுள்ள உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் தூண்டுதல்கள் இதயச் செயல்முறைகளில் மறுவினை மாறுபாடுகளை நிகழ்த்தும்.

வயிற்றுறை (Peritoneum) ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால் வழக்கமாக இதயச் செயல்முறைகள் தடைப்படும். ஆய்வுகளில் காட்டப்பட்டபடி, தவளையின் வயிற்றைத் தட்டுவதன் மூலம், மறுவினைகளால் இதயம் நிற்பதற்கு இது விளக்கமாக அமைகிறது (கோல்ட்சுவின் ஆய்வு). சில நேரங்களில் மனிதரில்கூட வயிற்றில் பேரடி பட்டால் மறுவினைகளால் இதயம் நிற்பதைக் காணலாம் (வழக்கமாக நின்ற இதயம் திரும்பவும் தன் நிலையை அடையும் இயல்புடையது).

இதயத் துடிப்பு குறைவதையும், அதன் சுருங்குதலின் வலிவு மெலிவதையும், பல வயிற்றறை நோய்இயல் நிகழ்ச்சிகளில் காண்கிறோம். நெஞ்சறை, நெஞ்சறை நடுப்பகுதி ஆகியவற்றின் ஏற்பிகள் அறுவை இயல் செயல் முறைகளின்போது தூண்டப்படுவதாலும், இதயச் செயல்முறைகள் குறையும். ஆகவேதான் அறுவையிலாளர்கள் (Surgeons) அதுபோன்ற அறுவைச் செயல் முறைகள் செய்யும் முன்பே 'நோவோகேயின்' என்ற மயக்க மருந்தின் மூலம் தெளிவறு நரம்பின் வழியாகச் செல்லும் தூண்டல்களைத் தடுக்கின்றனர்.

இதயச் செயல் முறைகளை, இதயத்திலுள்ள ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதன் மூலமும் மாற்ற இயலும். பல நூல் வல்லுநர் களின் கருத்துப்படி, பெருந்தமனியின் வளைவில் அமைந் துள்ளதைப் போன்ற,அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளைப் போன்ற பணிகளையுடைய ஏற்பிகள் இதய உள்தசைக்குக் கீழும் அமைந்திருக்கின்றன. அவைகள் இதயச் சுருக்கத்தின்போது உயரும் குருதி அழுத்தத்தால் தூண்டப்பட்டு, தெளிவறு நரம்பின் மையம் தூண்டப்படும் ஆற்றலை உயர்த்துவத ஞல், இதயத்துடிப்பு லயம் குறைகிறது. இந்த இதய ஏற்பிகளும், பெருங்குருதிக் குழாய்களின் அழுத்த மாறுபாட்டு ஏற்பிகளும் தூண்டப்படும்பொழுது ஏற்படும் நடு நரம்பு மண்டலத் தூண்டப்படும் தன்மையால் மனிதனுக்கு எந்த உணர்ச்சிகளையும் தருவதில்லை. இதேபோல நெஞ்சறுவையியலாளர்களால் தரப்பட்ட புள்ளி விளக்கங் களும், வெளிக்காட்டப்பட்ட இதயத்தைத் தூண்டுவதால் மனிதன் எந்த உணர்ச்சிகளையும் பெறுவதில்லை எனக் காட்டு கிறது. அதே நேரத்தில் இதயத்தின் சில நோயியல் முறைகள், குறிப்பாகக் குறைந்த இதயக் குருதி ஊட்ட நிலைகளில் நோயைத் தோற்றுவிக்கும். இதைப்போன்ற நோய்கள் இதயக் குருதிக் குழாய் சுருங்கி இறுக்கப்படும் பொழுதும், அவைகளில் உறைதல் ஏற்படும்பொழுதும் (Thrombosis) தோன்றும். இந்த நோய் உணர்ச்சிகள் உட்செல் நரம்புகள் தூண்டப்பட்டு, அவைகள் இதயத்தி லிருந்து விண்மீன் வடிவ நரம்பு முடிச்சின் வழியாகப் பரிவு நரம்புடன் முதுகுத் தண்டின் 1, 2, 3 நெஞ்சு வட்டுக்களை அடைவதால் தோன்றுகிறது. மயக்க மருந்துகளை இந் நரம்பு முடிச்சினுள் செலுத்துவதன் மூலம் நோயுணர்ச்சிகளை நீக்க இயலும். இதய நோய்கள், ஒரே இடத்தில் நிலைக்கா. இடது தோளுக்கும் இடது மேற்கைக்கும் வழக்கமாகப் பரவும்.

நோவுணர்வுகளைத் தரும் ஏற்பிகளைத் தூண்டுதல் இதயச் சுருங்கி விரிதல் லயத்தை வலிமையாகத் தாக்குகிறது.

இதய மேலுறை, இதயத் தசை, மேல் தசை ஆகியவை களிலும் மிகுதியான ஏற்பிகள் இருக்கின்றன. அவைகள் அழுத்த மாறுதலால் தூண்டப்படுகின்றன. சான்ருக, இதய உறை அறை நீர் (Pericardial fluid) அளவு உயரும் பொழுதும், இதய மேற்பரப்பை நுட்ப அழுத்தத் தூண்டுகைகளாலும் தூண்டப்படுகிறது. இயலும் உறையின் அறைக்குள் கரை நீரையோ, காற்றையோ செலுத்தினுல் [இதய வெளியுறையின்

ஏற்பிகள்] தூண்டப்பட்டு நீண்ட நேரத்துக்கு இதயத் துடிப்பைத் தடை செய்ய அவை வழிகோலுகின்றன. தெளிவறு நரம்பின் செயல்முறைகளை அடக்குவதனால், அத் தடையை நீக்க முடியும். இதய வெளியுறை வேதியியல் ஏற்பிகளையும் கொண்டிருக்கிறது. ஒவ்வொரு இதயச் சுருக்கத்திலும் இதயத்தின் இதய வெளி உறையின் விசை ஏற்பிகள் தூண்டப்படுகின்றன.

நுரையீரல் குருதிக் குழாய்களில் உயரும் குருதி அழுத்தம் மறுவினைகள் மூலம் இதயச் செயல் முறைகளை மெலிவடையச் செய்கிறது.

இதயச் செயல் முறைகளில் மறுவினைகளால் மாற்றமுண்டாக்கும் உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் செயல்களை ஒக்கும் சார்புப் பொருட்களின் மறுவினைகள் 'கட்டுப்பட்ட மறுவினைகளாக' உருவாகின்றன. இந்தக் கட்டுப்பட்ட மறுவினை வளர்ச்சியால், உறுப்பிடை ஏற்பிகள் நேரடியாகத் தூண்டப்பட்டால் இதயத்தை வயப்படுத்துவதைப்போல், ஒத்த வயத்தை இப் பொருட்களும் இதயத்தின்மீது செலுத்தும்.

இதயத்தின்மீது தோலிடை ஏற்பிகளின் வயத் தன்மைகள்: பல்வேறு தோலிடை ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால் குறிப்பாக ஊறுல் தூண்டப்பட்டால், இதயத் துடிப்பு முடுக்கப்பட வழிகோலுகிறது [இத் தூண்டுதல் இதயம் சுருங்கி விரிதல்களை இயக்குந் தன்மை போதுமான அளவு விளங்கவில்லை]. மிக்க வலிமை பொருந்திய ஊறுல், நீண்ட நேரத்துக்குத் தூண்டப்பட்டால் இதயத் துடிப்பு குறையும்; அதன் வலிவு மெலியும்.

மூக்கு, தொண்டைப் பகுதியின், மூச்சுப் பாதையின் சளிப் படல ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதால் தெளிவறு நரம்பு மையத்தைத் தடை செய்யும் மறுவினைகள்மூலம் அவை இதயத் துடிப்பை நிறுத்துகின்றன. கண்ணை விரலால் அழுத்துவதால், தெளிவறு நரம்பில் நிகழும் மறுவினைகள்மூலம் இதயத் துடிப்பு தடை செய்யப்படுவது மற்ருெரு இன்றியமையாத மறுவினை நிகழ்ச்சியாகும். கண்ணை அழுத்துவதால் நிகழும், நாடித் துடிப்பின் மிகுதியான குறைவு தெளிவறு நரம்பு மையத் தூண்டப்படும் ஆற்றலுக்கும், தூண்டுகைகளுக்கான இதய உணர்ச்சிக்கும் சான்று பகர்வதாகும்.

வேதியியல் ஏற்பிகளும், விசை ஏற்பிகளும் தசைப் பணிகளின்போது தூண்டப்படுதலால் மறுவினைகள் மூலம் இதயச் செயல் முறைகள் உயர்கின்றன; குருதிக் குழாய்களின் உரத்தில் மாறுபாடுகள் நிகழ்த்துகின்றன. ஆகவேதான், கை கால்களை மடக்குதலும், நீட்டலும் தசைவிசை ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதன் மூலம், இதயச் செயல்முறைகளை உயர்த்து கின்றன. இந்த நிகழ்ச்சிகள், ஏற்பிகளை நடு நரம்பு மண்டலத் துடன் இணைக்கும் உட்செல் நரம்புகளைத் துண்டித்தபின் நிகழ்வதில்லை.

குருதியில் உருவான வேதியியல் பொருட்கள் இதயத்தில் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள்

நரம்பமைப்பின் நேரடி இதய வயப்படுத்தும் தன்மைக ளுடன், குருதியால் எடுத்துச் செல்லப்படும் நீர்மப் பொருட்கள் (hormones) என்றழைக்கப்படும் பல்வேறு வேதி யியல் பொருட்களும் இதயத்தை வயப்படுத்துகின்றன. நரம் பமைப்பின், நீர்மங்களின் இதய வயப்படுத்தும் தன்மைகள் மிகத் தொடர்புடையன. நீர்மங்களும், மற்ற பொருட்களும் ஏற்பிகள் தூண்டப்படுதலினால் நிகழும் மறுவினைகள்மூலம் குருதியில் சேர்வதுதான் இத் தொடர்புக்கு முதன்மைக் காரணம். சான்றாக, நோயுணர்ச்சி ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதால் நிகழும் மறுவினைகள் மூலம் [அட்ரினலின்] 'மீச்சுரப்பி நீர்மம்' மேற் சிறுநீரகச் சுரப்பியிலிருந்து சுரக்கப்படுகிறது. குருதிச் சேர்க்கையின் பல்வேறு மாறுபாடுகள் வேதி ஏற்பிகளைத் தூண்டும். தூண்டப்பட்ட அவ் வேற்பிகள் இதயத்துக்கு நரம்யூட்டும் நரம்பு நுண்ணியங்களின் உரத்தை வயப் படுத்தும். சான்றாக, குருதியில் உயிரியம் குறையும்பொழுது பெரிய தமனிகளில் அமைந்திருக்கிற வேதிஏற்பிகள் தூண்டப் படுகின்றன; அதனால் நிகழும் மறுவினைகளால், பரிவு நரம்பு மையங்கள் தூண்டப்படுவதுடன், தெளிவறு நரம்பு மையம் தடை செய்யப்படுகிறது; முடிவில் இதயச் செயல்முறைகள் உயர்கின்றன.

குருதியில் சுற்றுகின்ற, இதயச் செயல் முறைகளை வயப் படுத்துகின்ற பொருட்களில் சில நீர்மங்கள் குறிப்பாக அட்ரின லினும், தைராக்சினும் மிகவும் இன்றியமையாதன. மேல் சிறு நீரகச் சுரப்பியின் உட்பகுதியில் சுரக்கின்ற 'மீச்சுரப்பி' நீர்மம், பரிவு நரம்பூட்டம் உள்ள எல்லா உறுப்புகளையும், குறிப்பாக இதயத்தையும் தாக்கி, அவ் வமைப்பு தூண்டப் பட்டது போன்ற விளைவுகளைத் தரும். பரிவு நரம்பு முடிச்சுப்

பின்னிமைகள் தூண்டப்படும்பொழுது அவைகளின் நுனிகளில் 'மீச்சுரப்பி நீர்மத்தை'யொத்த பொருள் விடுவிக்கப்படுவதும் அப் பொருள் இதயத்தைத் தாக்கி, இதயத்துடிப்பை முடுக்கி, அதன் வலிவை உயர்த்துவது போன்ற பரிவு நரம்பின் செயல்களைச் செய்வதுமே இரண்டின் இணையான தன்மைகளுக்குக் காரணம்.

உடல் ஓய்வில் இருக்கும்பொழுது, மேல் சிறு நீரகச் சுரப்பிகள் [மீச்சுரப்பி நீர்மத்தை] குறைவாகச் சுரப்பதனால் இதயச் செயல் முறைகளில் இன்றியமையாத வயப்படுத்துதலை உண்டாக்குவதில்லை. தசைப்பணிகளின்போதும் உயிரியம் குறைந்த நிலையிலும், அவைகளைச் சில பொருட்கள் தாக்கு கின்ற பொழுதும் 'மீச்சுரப்பி நீர்மம்' மிகுந்த அளவு குருதியில் கலக்கின்றது. இச் செயல் உணர்ச்சிக் கொந்தளிப்பு நிலைகளிலும் [சான்றாக நோவின்போதும், நோவின் அறிகுறிகளின்போதும்] நிகழ்கின்றது. இந் நிலைகளில் இதயத்துப் பரிவு நரம்புகளை மறுவினையால் தூண்டுவதைப்போல், 'மீச்சுரப்பி நீர்மம்' வெளிவந்து இதயச் செயல்களை உயர்த்துகிறது.

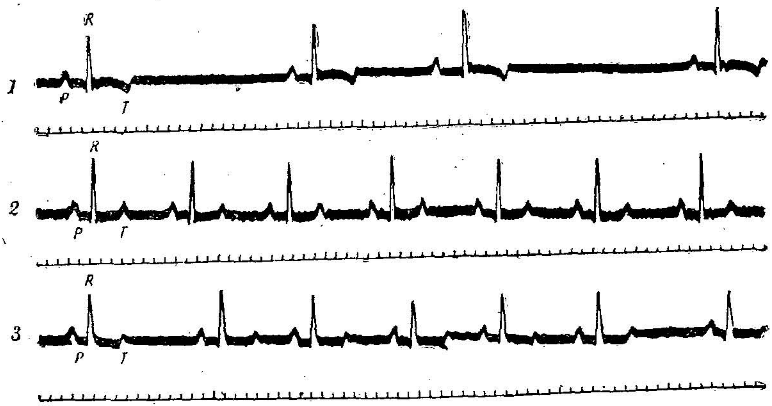
இதயத்தைத் தாக்கும் நீர்மக் கூட்டுப் பொருட்களில் சுண்ணகத்தையும், சாம்பரத்தையும் [K] பற்றிக் குறிப்பிடுதல் இன்றியமையாததாகும். சுண்ணக உப்புகள் குருதியில் மிகுதியானால் இதயத்தைத் தாக்கி, பரிவு நரம்பு வயங்களைப் போன்ற இதய மாற்றங்களைத் தரும். சாம்பர உப்புகள் குருதியில் மிகுதியானால் தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்பட்டது போன்ற விளைவுகள் நேரும். மேல் சிறுநீரகச் சுரப்பியின் (புறணியின்) வெளிப்பகுதியின் பதனழிவுகளிலும் (lesions) மிகுதியான சிவப்பணுக்கள் அழிக்கப்பட்டாலும், தீப்புண் களிலும் சிறு நீரகப் பணிகளின் தொல்லைகளின் இறுதி நிலைகளிலும் சாம்பரத்தின் அளவு குருதியில் உயர்ந்து இதயச் செயல்முறைகளைப் பழுதுறச் செய்யும்.

பெருமூளைப் புறணி இதயச் செயல்களை வயப்படுத்துதல்

அச்சம், கிளர்ச்சி, மகிழ்ச்சி, நோவு, கவலை, பொறுமை போன்ற அன்றாட உணர்ச்சி நிலைகள் பெருமூளைப் புறணி தாக்குவதால் இதயத்தை வயப்படுத்துகின்றன எனப் பழங்காலத்திலேயே கண்டறிந்தனர். பாவ்லோவும் பொதுவான பல உணர்ச்சிகளை இதயத்துக்கு ஏற்றிச்

சொல்லப்படுவதைப்பற்றிக் குறிப்பிடுகின்றார். இதயம் மகிழ்ச்சியால் துள்ளுகிறது, அன்பால் துடிக்கிறது, அச்சத்தால் அடித்துக் கொள்கிறது என்பதையும் நினைவு கூறுகின்றார்.

இதயத் துடிப்பின் இது போன்ற மாற்றங்கள் தசைப் பணிகளின்போது மறுவினைகளால் நிகழும் இதயச் செயல் முறை மாற்றங்களைப் போன்றவை என பாவ்லோவ் குறிப்பிடுகின்றார். விலங்கினங்களில் பசி உணர்வு, பால் உணர்வு, பாதுகாப்பு மறுவினைகள் போன்ற உணர்ச்சிகளைத் தூண்டும் சார்புப் பொருட்கள்தாம் உயர்ந்த தசைப் பணிகளுக்கும், அதனாலே உயர்கின்ற இதயச் செயல் முறைகளுக்கும் காரணமாக அமைகின்றன. இதுபோன்ற அனைத்துத் தூண்டுகைகளும் குறிப்பிட்ட அளவு தசைப் பணிகளைத் தூண்டுவதன் மூலம் இதயத் துடிப்பை முடுக்குகிறது. மனிதரில் மேலே குறிப்பிடப்பட்ட தூண்டுகைளின் [சான்றுக நோவு] மின்வலி



படம் 40. பழக்கப்படுத்தப்பட்ட மறுவினைகள் இதயச் செயல் முறைகளில் விளைவிக்கும் மாறுதல்கள்

[1] நலமான நாயின் இதய மின் பதிவேடு. [2] மின்வலித் தூண்டுகையால் இரைப்பையின் சளிப்படலத்தைத் தூண்டியபின் உடனடியாகப் பதிக்கப்பட்ட இதய மின் பதிவேடு. [3] இதய மின் பதிவேடு—சளிப் படலம் தூண்டப்பட்டபின் சிறிது நேரங்கழித்து.

மறுவினைகள் தடை செய்யப்பட்டுவிடுகின்றன. இருந்த போதிலும், மனிதரில் மேலே குறிப்பிடப்பட்ட சார்புப் பொருட்களால் தூண்டப்படும் மின்வலி மறுவினைகளில் ஒரு பகுதியான இதயச் செயல் முடுக்கப்படுதலும், ஆழப்படுத்தப் படுதலும் மட்டும் நிலைத்திருக்கின்றது. இதயத் துடிப்பை முடுக்கும் வாய்மொழித் தூண்டுகை உள்ளடக்கிய அனைத்துத்

தூண்டுகைகளின் முன் குறியீடுகளும் கூட, இதயச் செயல்களை இயக்கும் மறுவினைகளுடன் தொடர்புள்ளன. இந் நிலை வாய்மொழித் தூண்டுகைகளின் இதயத்தின் மீதான வலுவான வயத்தை [பொதுவாக மற்ற உறுப்புகளின் பணிகளை] விளக்குகின்றது.

பெருமூளைப் புறணியின் இதய வயத் தன்மை இதயச் செயல்களை மாற்றும் பல்வேறு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மறு வினைகள் வளர்ச்சியால் தோன்றியதாகும். இவநோவ்—சுமொலென்சுகியும், அவரது குழுவினரும், சில செயல்களைப் பற்றிய பேச்சே, அச் செயல்களால் நிகழ்த்தப்படும் இதய மாற்றங்களை விளைவிக்கின்றன எனக் கண்டறிந்தனர். இதயச் செயல்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் மாறுபாடு நிகழ்த்தும் மருந்துப் பொருளுக்குத் தொடர்பில்லாத வேறு ஒரு பொருளைப் பல முறை அம் மருந்துக்கு முன் கொடுக்கப் பட்டிருந்தால், அத் தொடர்பில்லாத பொருளைக் கொடுப்பதன் மூலமே, மருந்துப் பொருள் நிகழ்த்தும் மாறுபாடுகளை விளைவிக்க இயலும் எனத் தேலோவ் காட்டினுர். சான்ருக, சுட்ரோபேன்தின் (Strophanthin) என்ற மருந்துப் பொருளை (அடிக்கடி செலுத்துவதற்கு ஏற்பட்ட உரத்தைக் கொண்டு அம் மருந்தை) உட்செலுத்தும்போது அடிக்கடி பயன் படுத்திய ஒரு குறிப்பிட்ட ஒலியலைகளையுடைய நாதத்தால், அம் மருந்தை உட்செலுத்தியது போன்ற இதய மாறுபாடுகளை விளைவிக்க முடியும். எந்தச் சூழ்நிலைகளின் கீழ், ஒரு மருந்து இதயத் துடிப்பைக் குறைக்கப் பயன்பட்டதோ [சான்ருக மார்ஃபின் (morphine)] அச் சூழ்நிலைகளைக் கொண்டு மருந்து விளைவித்த அதே இதய மாற்றங்களை நிகழ்த்தமுடியும். இதயச் செயல்களைத் தாக்கும் கட்டுப்பட்ட மறுவினைகள் உடல் உறுப்புகளின் ஏற்பிகள் காலத்தால் தூண்டப் படுவதற்குக்கூட உருவாகி இருக்கின்றன [சான்ருக இரைப்பை, பித்தப்பை, இதயம் ஆகியவற்றின் தூண்டுதல்].

14. இன்றியமையாத பல்வேறு உடல் செயல்முறைகளின் நிலைகளில் இதயப்பணி

இதயச் செயல்முறைகள் எப்பொழுதும் உடல் வாழும் சூழ்நிலைகளைப் பொறுத்து முடிவு செய்யப்படுகிறது. இதயத்தின் பண்புகளும்—அதன் தசை வளர்ச்சி, தூண்டப்படும் ஆற்றல், கடத்தும் ஆற்றல்—கூட இதயச் செயல்முறைகளை முடிவு செய்யும் என்பது கூறுமலே விளங்கும். இதயத்தின் இப் பண்புகள் முன்னுள்ள உடல் செயல் முறைகளின் நிலைகளைப் பொறுத்தும், இதயத்தின் மீது மறுவினைகளால் செலுத்தப்படும் வயப்படுத்தும் ஆற்றலைப் பொறுத்தும் உருவாகும். திரும்பத் திரும்பச் செய்யப்பட்ட தசைப் பணிகள், சில நஞ்சுகளின் வினைகள் போன்ற கூறுகள் இதயப் பண்புகளை மாற்றும் ஆற்றலுடையன. அதேபோழ்து, சுற்றோட்ட அமைப்பின், பல்வேறு ஏற்பிகளின் தூண்டுகைகட்கான மாறுதல்கள் சுற்றோட்ட அமைப்பை வயப்படுத்தும். அது வளரும்போது வளர்ந்த கட்டுப்பட்ட மறுவினைகளைப் பொறுத்து மாறுபடும். சான்ருக, துப்பாக்கி வெடித்தல் அதைக் கேட்டிராத மக்களின் இதயத் துடிப்பை முடுக்குகிறது. அதே போழ்து அதைக் கேட்டுப் பழக்கப்பட்ட படைவீரனின் இதயத் துடிப்பு எம் மாறுதலையும் அடைவதில்லை. ஆகவே, பல்வேறு அக, புறச் சூழ்நிலைகளின் வயத் தன்மைகட்கு ஏற்பவும், வேறுபட்ட தனிப்பட்டவர்களைப் பொறுத்தும், தனித்த ஒருவரின் வாழ்க்கையின் பல்வேறு சூழ்நிலைகளைக் காலங்களைப் பொறுத்தும் இதயத்தின் எதிர்மாறுதல்கள் வேறுபடுகின்றன.

இதயத் துடிப்பு வேகம் [நாடித் துடிப்பு வேகம்]

இதயத் துடிப்பு வேகம் எப்பொழுதும் நாடித் துடிப்பு வேகத்தைப் பொறுத்துத் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. இவ் வேகம்,

உடலின் உயிராதாரச் செயல்களின்போதும், பல்வேறு மிகுதியான உடல் வளர்-சிதை மாற்ற நிகழ்வுகளின்போதும், உடலில் ஆற்றலை மாற்றிக்கொள்ளும் முறையின்போதும் மிகுதியாகிறது.

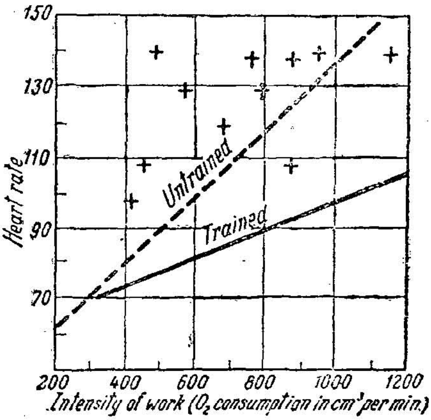
இயக்கு தசைகள் முழுவதுமாக விரிந்து ஓய்வடைந்து, செரிக்கும் அமைப்பின் பணி குறைந்திருக்கும் ஆழ்ந்த துயிலில் இதயத் துடிப்பு வேகம் குறைந்திருக்கும். தூங்கும்போது, இது பொதுவாக நிமிடத்துக்கு 50—60க்குள் வேறுபடும். செயல்முறைகளில், பொதுவாக முழுத்தசை ஓய்விலும், உண்டு பல மணி நேரங் கழித்தும், பெருமூளைப் புறணிக்குச் செல்லும் எல்லாத் தூண்டுகைகளைத் தவிர்த்தும் இதயத் துடிப்பு கணக்கிடப்படுகிறது. இந்தச் சூழ்நிலைகளில் இதயத் துடிப்பு நிமிடத்துக்கு 60—70க்குள் வேறுபடும். குழந்தைகளில், தெளிவறு நரம்பின் உரம் குறைந்திருப்பதால் இதே சூழ்நிலைகளில், வளர்ந்தவர்களைவிட இதயத் துடிப்பு மிகுதியாயிருக்கும்.

இதயத் துடிப்பு நிமிடத்துக்கு 60-க்கும் குறைவாயிருந்தால் 'இதயக் குறைத் துடிப்பு' (bradycordia) என்றும், 85—90க்கு மேலே இருந்தால் 'இதய மிகைத் துடிப்பு' என்றும் குறிப்பிடப் படும். இதயக் குறைத் துடிப்பு எப்பொழுதும் தெளிவறு நரம்பு மையங்களால் கட்டுப்படுத்தப்படும் [சான்றுகச் சில பெருமூளை நோய்களிலும், மிக உயர்ந்த 'உள் மண்டை அழுத்த'த்திலும் இந்நிலை தோன்றுகிறது]. நன்குகப் பயிற்சி பெற்ற விளையாட்டாளர்களில் பொதுவாக இதயக் குறைத் துடிப்பைக் காணலாம். அவர்கள் முழு தசை ஓய்வின்போது, நாடித் துடிப்பு நிமிடத்துக்கு 36—45 ஆக இருக்கும். 'இதய மிகைத் துடிப்பு' பெரும்பாலும், தெளிவறு நரம்பின் இதயத் தடை வயத்தன்மை குறைவதால் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. இந்நிலை, இதயத் துடிப்பை முடுக்கும் உயர் உர வயத் தின்மைகளுடன் கலந்திருக்கின்றன.

இதயத் துடிப்பு நிலைத்த நிலைகளிலும், முழு ஓய்விலும்கூட வழக்கமாக ஒழுங்கற்றதாகத்தான் இருக்கும். (மூச்சிழுக்கும் பொழுது) உள் உயிர்த்தலின்போது நுரையீரல்கள் பெருக்க மடைவதும், சிரைகளின் வழியாக இதயத்துக்கு மிகுதி அளவில் குருதி செல்வதும், மறுவினைகளால் தெளிவறு நரம்பின் உரத்தைக் குறைப்பதால் இதயத் துடிப்பின் அளவு உயர்கிறது. மூச்சை வெளிவிடும்போது சிறிதளவு இதயத் துடிப்பு குறைகிறது. உயிர்த்தலின்போது நாடித்துடிப்பில்

ஏற்படும் இந்த மாறுபாடுகள் 'உயிர்த்தலின் துடிப்பு மாறுபாடுகள்' (Respiratory arhythmia) என்றழைக்கப் படுகிறது. இது குறிப்பாகக் குழந்தைகளில் மிகுதியாகக் காணப்படும்.

தெளிவறு நரம்புமைய உரம் குறைவதாலும், இதய முடுக்குபவைகளின் உரம் உயர்வதாலும், முடுக்கப்படுகின்ற நாடித் துடிப்பு, தசைப் பணிகளின்போதும், உணர்ச்சி அழுத்தங்களின்போதும், குறைந்த அளவுக்குக் கடுமையான மூளைப் பணிகளின் போதும், செரித்தல் அமைப்பின் உயர்ந்த செயல் முறையின் போதும் நிகழ்கிறது. அவ் வேலைகளைச் செய்யும் பொழுது பழக்கப் பட்டவர்களின் நாடித் துடிப்பு, பழக்கப்படாத வர்களைவிடக் குறைவாகவே உயரும் (படம் 41). ஆனால், மிகுந்த தசைப்பணி களில் [சான்றுக 2-5 நிமிடங்களுக்கு ஓடுதல்] எத்துணை மிகுதி இதயத் துடிப்பு உயர்கிறதோ, அவ் வளவுக்குத் தசைப் பயிற்சியும் முன்னேறி இருக்கும். நன்கு பயிற்சிபெற்ற விளையாட்டாளர்களில் நாடித் துடிப்பு 260 வரை உயரும்; ஆனால், பழக்கப்படாதவரின் துடிப்பு எப்பொழுதும் 200-க்கு மிகுதியாகாது.



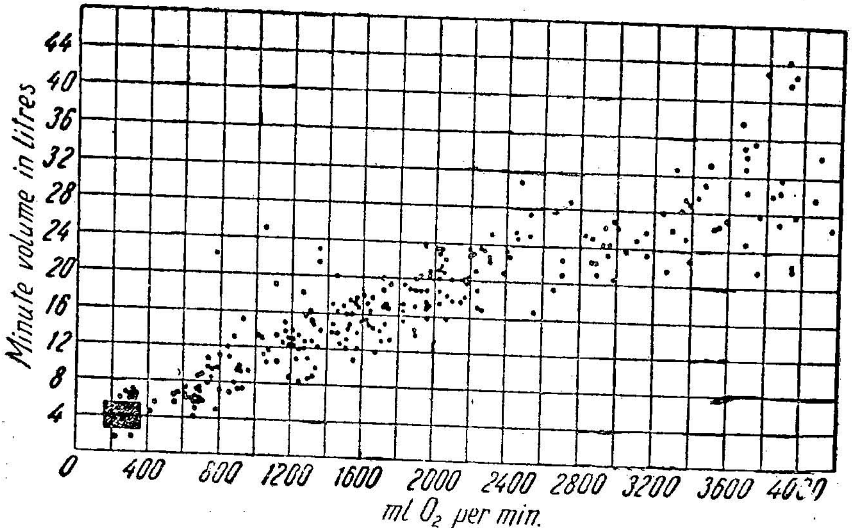
படம் 41. பழக்கப்பட்டவர், பழக்கப் படாதவர்களின் இதயத் துடிப்பு. குறுக்குக் கோடுகள் தசைப் பணிகளின்போது பல்வேறு நிலைகளில் மாறுபட்ட நிலையைத் தனித்தனியாகக் குறிப்பிடுகின்றன.

உடல் வெப்பம் உயரும்பொழுது, இதயத் துடிப்பு எப்பொழுதும் உயர்வதைக் காணலாம்.

இதயச் சுருக்க, நிமிடக் கொள்ளளவுகள்

ஒவ்வொரு கீழறையாலும் [தனித்தனியாக] வெளிச் செலுத்தும் குருதி அளவு—சுருக்கக் (அல்லது துடிப்பு) கொள்ளளவு (Systolic volume) என்றழைக்கப்படும். இக் கொள்ளளவை, ஒரு நிமிடத்திற்கான இதயத் துடிப்புடன்

பெருக்கினுல் 'நிமிடக் கொள்ளளவு' கிடைக்கும். வலது கீழறையால் வெளிச் செலுத்தப்பட்ட குருதியனைத்தும் நுரையீரல்களுக்குச் செல்லுகிறது என்ற உண்மையை அடிப்படையாகக்கொண்டு, நிமிடக் கொள்ளளவை அளப்பதற்குச் சில சுற்றி வளைக்கிற முறைகள் இருக்கின்றன. ஒரு நிமிடத்தில் மனிதன் 200 மி.லி. கரி-இரு-உயிரியை வெளிச் செல்லும் காற்றுடன் வெளிவிடுவதாகக் கருதிக் கொள்வோம். தமனியின் குருதியில் 100 மி.லி.யில் 50 அளவைகளும் இருந்தால், வலது கீழறையிலிருந்து நுரையீரல்களுக்குள் செலுத்தப்பட்ட குருதியில் 100 மி.லி.யில் 55 அளவைகளும் இருந்தால், ஒவ்வொரு 100 மி.லி. குருதியும் 5 மி.லி. கரி-இரு-உயிரியை நுரையீரல்களில் வெளிவிடுகிறது. (200 : 5) × 100 மி. லி.



படம் 42. ஓய்விலும் மாறுபட்ட தன்மையுடைய பணிகளின்போதும் நிமிடக் கொள்ளளவு

கோடிட்ட நீண்ட சதுரம் ஓய்வில் பலரின் நிமிடக் கொள்ளளவைக் குறிக்கிறது. தசைப் பணிகளின்போது கிடைத்த நிமிட அளவைப் புள்ளிகளால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு புள்ளியும் ஒருவரின் தசைப் பணிகளின்போதிருந்த நிமிட அளவையும் உயிரியம் உட்கொள்ளப்பட்ட வேகத்தையும் குறிக்கிறது.

அஃதாவது நிமிடத்துக்கு 4 லிட்டர்கள் குருதி நுரையீரல்கள் வழியாகப் பாய்கிறது; அதுதான் இதயத்தின் நிமிடக் கொள்ளளவும் ஆகும். இதயத் துடிப்பு நிமிடத்துக்கு 80 ஆக இருந்தால் சுருக்கக் கொள்ளளவு 4 லி. : 80 அஃதாவது 50 மி.லி. ஆகும்.

'நிமிடக் கொள்ளளவு' குருதியை அளக்கும் ஃபிக்சினுடைய (Ficks) இம் முறையில் உடல் முழுவதிலிருந்து இதயத்துக்கு வருகிற கலப்புச் சிரைக் குருதியின் அதாவது வலது கீழறை அல்லது நுரையீரல் தமனிக் குருதியின் கரி-இரு-உயிரியை மதிப்பிடும் சிக்கலான முறை தேவைப்படுகிறது.

நிமிடக் கொள்ளளவைக் கண்டுபிடிக்க மற்றொரு முறையும் உண்டு. இம் முறையில் உறுதியாகத் தெரிந்த ஒரு வளியின் குருதிக் கரை திறனைக்கொண்டு அளக்கப்படுகின்றது. சான்று, அசிட்டிலினை உள் உயிர்க்கும் காற்றுடன் கலப்பது ஆகும்.

வயது வந்த நலமானவர்களின் முழு ஓய்வின்போதும், இரைப்பையில் ஒன்றுமில்லாதபோதும் சராசரி இதய நிமிடக் கொள்ளளவு 3.5—5.5 லிட்டர்களுக்கு வேறுபடுகிறது. அதாவது, ஏறக்குறைய உடல் மேற்பரப்பின் 1 மீட்டருக்கு 2.2 லிட்டர்கள். பொதுவான சுருக்கக் கொள்ளளவு வழக்கமாக 50—80 மி.லி. ஆகும்.

உணவு உட்கொண்டபிறகு நிமிடக் கொள்ளளவும், சுருக்கக் கொள்ளளவும் 15—20 விழுக்காடுவரை உயருகிறது. கடினமான தசைப் பணிகளின்போது நிமிடத்துக்கு 15—25 லி குருதி பெருந்தமனிக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. நன்றுகப் பழக்கப்பட்ட விளையாட்டாளர்களில், உயர்ந்த முயற்சிகளின் போது இந்த அளவு 40 லி. குருதியாக உயர்கிறது. மேலும் தசைப் பணிகளுக்காகப் பழக்கப்படுத்தப்பட்டவர்களில், சுருக்கக் கொள்ளளவு மிகுவதால், நிமிடக் கொள்ளளவு உயர்கிறது. அதேபோழ்து பழக்கப்படாதவர்களில் குறிப்பாக இதயத் துடிப்பு முடுக்கப்படுவதால்தான் நிமிடக் கொள்ளளவு உயர்கிறது. உடற் பயிற்சிகளில் பழக்கப்பட்டவர்களில் ஓய்வில்கூட சுருக்கக் கொள்ளளவு உயர்ந்ததாகவும் [90—110 மி.லி.], அதற்கிணையாகக் குறைவான நாடித் துடிப்பும் இருக்கும். கடினமான பணிகளின்போது அவர்களின் சுருக்கக் கொள்ளளவு 150 மி.லி., 180 அல்லது 200 மி. லிட்டருக்குக்கூட உயரும்.

இதயப் பணியின் அளவு

இதயத்தின் பொறி நுட்பப் பணிகளை, பயன்படுத்தப்பட்ட பளுவையும் [கிலோகிராமில்] அப்பளு தூக்கப்பட்ட உயரத்தையும் பெருக்குவதன்மூலம் அளக்கலாம். பளுவை ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்துக்குத் தூக்குவதானது ஓரளவு

இதயத்தால் சிரைகளிலிருந்து, தமனிகளுக்குள் செலுத்தப்பட்ட குருதியின் அளவைக் குறிக்கும். இந்த உயரம், பெருந் தமனியில் குருதி அழுத்தத்துக்கு ஒத்திருக்கும். பெருந் தமனியைத் திறந்தால் குருதி பீறிட்டு விழுவதாகக் கொள்வோம். பின்பு இதயப்பணி, குருதியின் எடையையும், பீறிடும் உயரத்தையும் பெருக்குவதற்குச் சமமாகும். இதயப் பணிகளால் உருவாக்கப்பட்ட குருதி அழுத்தத்தை, பிரிவு 16-ல் கூறப்பட்ட முறைகளில் அளக்கலாம். குருதி அழுத்த அளவிலிருந்து, இதயம் வெளிச் செலுத்திய குருதி எவ்வளவு உயரத்துக்கு உயரும் என்று கண்டறிய பாதரசம் (Hg) தொடர்பாகக் குருதி அழுத்தத்தை, பாதரச அடர்த்தியுடன் பெருக்கவேண்டும். அஃதாவது குருதி அழுத்தம் × 13·6.

ஆகவே, இடது பகுதிப்பணி QH-க்குச் சமமாகிறது. இதில் Q = எடை கிலோகிராமில் அல்லது பெருந்தமனிக்குள் செலுத்தப்பட்ட குருதியின் அளவு லிட்டர்களில்; H = பெருந் தமனியின் சராசரி குருதி அழுத்தத்தைக் குறிக்கும். சராசரி குருதி அழுத்தத்தை—சுருக்கல் விரிவு அழுத்தங்களின் பாதி என்று கருதிக்கொள்வோம். அதன் அளவு பொதுவாக 100 மி.மீ. பாதரசம் (Hg) ஆகும் [0.1 மீ.]. அதே போழ்து இதயத்தால் பெருந்தமனிக்குள் செலுத்தப்பட்ட குருதி ஓய்வில், நிமிடத்துக்கு 3·5—5·5 லிட்டர்களாக மாறுபடுகிறது; கடினத் தசைப் பணிகளின்போது 20—30 லிட்டர்களாக உயர்கிறது.

இதயப்பணியை அளக்க, வலது, இடது பகுதிகளின் வேலையைக் கூட்டவேண்டும். நுரையீரல் தமனியில் குருதி அழுத்தம், பெருந்தமனியின் குருதி அழுத்தத்தில் $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{16}$ பகுதியாக இருப்பதால் வலது அறையின் பணி மிகக் குறைவாகும். இதன்மூலம், இதயப்பணி $\frac{5}{4}$ QH-க்குச் சமமாகிறது. இதில் வலது பகுதிக்காக $\frac{1}{4}$ பகுதி சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. நிமிடக் கொள்ளளவு 5 லிட்டர்களாகவும், சராசரி குருதி அழுத்தம் 100 மி.மீ. பாதரசமாகவும் (Hg) பெருந்தமனியில் இருந்தால், இதயப் பணியின் அளவு $=\frac{5}{4}$ [5×0·1×13·6] அஃதாவது 8·5 கி.கி./மீட்டர் நிமிடத்துக்கு அல்லது மணிக்கு 500 கி.கி./மீட்டர் அல்லது ஒரு நாளைக்கு 12,000 கி.கி./மீட்டர். ஒரு நாள் இதயப்பணி அளவு 15,000—20,000 கி.கி./ மீட்டர்வரை மதிப்பிடலாம். இதில் குறைந்த அளவு 70 கி.கி. எடையுள்ள மனிதன் 10 முறை 5ஆவது மாடிக்குச் சென்று வருவதால் செய்யும் வேலைக்கு ஒத்து இருக்கிறது. கடினமான

தசைப் பணிகளில் இதயம் 30,000 கி.கி./மீட்டர் வேலையை ஒரு நாளைக்குச் செய்கிறது. இந்த இதயப்பணி அளவு [10,000—30,000 கி.கி/மீ.] ஏறக்குறைய 20 விழுக்காடு, இதய ஆற்றல் 120—360 பெரிய கலோரிகள் வெளிப்படுவதற்குச் சமமாகும். இந்த அளவு ஆற்றல் வெளிப்பட ஒவ்வொரு நாளும் 30—90 கிரெயின் சர்க்கரைப் பொருள் அல்லது புரதப் பொருள் இதயத்துக்குத் தேவைப்படுகிறது.

வெளிச் செலுத்தும் ஆற்றலில் பழுதேற்படும் இதயச் செயல்முறைகளின் மாறுபட்ட நிலைகளில், இதயத்துக்கு வரும் குருதி அளவுக்கும், வெளிச் செலுத்தப்படும் குருதி அளவுக்கும் இடையே நிறைய அளவில் வேறுபா டிருக்கும். இதய வலது பகுதி பழுதுபட்டால், வலது கீழறை பொதுச் சுற்றோட்டத்தி லிருந்து வரும் குருதியை அனைத்தும் வெளிச்செலுத்த இயலாது ; அதனால் சிரைகளில் தேக்கம் ஏற்படும். கல்லீரலில் மிகுதியாகக் குருதி நிரைக்கப்பட்டிருக்கும் ; கழுத்துச் சிரைகள் வீங்கும்; பொதுச் சுற்றோட்டச் சிரைகளின் அழுத்தம் உயரும். இடது கீழறையின் செயல்கள் போதுமான அளவு நடைபெற வில்லையெனில், அது நுரையீரல் சுற்றோட்டத்திலிருந்து நுரையீரல் சிரைகள்மூலம் பெற்ற குருதியை முழுதும் பொதுச் சுற்றோட்டத் தமனிகளுக்குள் செலுத்த இயலாது. இந் நிலைகளில், நுரையீரல் தேக்கமும், உடன் நிகழ்வான மூச்சு விடுவதில் இடர்ப்பாடும் ஏற்படும். இந்த மாறுதல்களி லெல்லாம் இதயம் பெருக்கமடைந்திருக்கும். கட்டுப்படுத்தும் நுட்ப முறைகள் உடனே எதிர்மாறுதல்களை விளைவிக்கும். இதயச் சுருங்கி விரிதல்கள் ஆழப்படுத்தப்படும் ; முடுக்கப் படும். அதன்மூலம் பழைய நிலையான இதயத்துக்குள் வரும், வெளிச் செல்லும் குருதிக்கும் உள்ள வேறுபாடு நீக்கப்படும்.

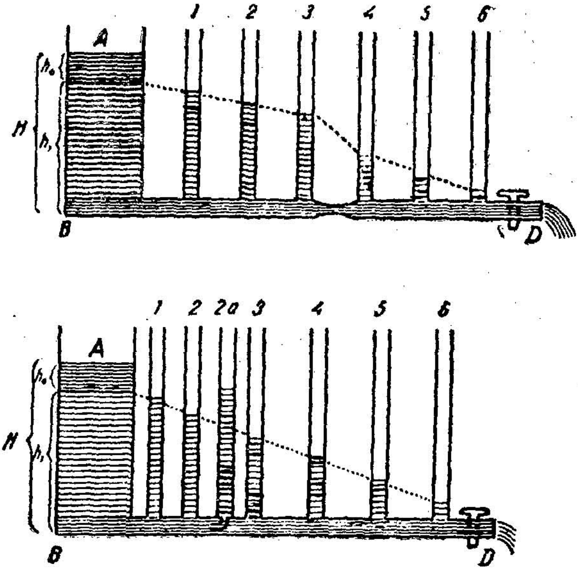
15. குழாய்களின் வழியாகக் குருதியின் இயக்கம்

குருதி ஓட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் இயங்கு இயல் விதிகள் குருதி அழுத்தம்; குருதி ஓட்ட விரைவு வீதம்

நீரால் நிரப்பப்பட்ட தேக்கி அளவையும் (A), அதிலிருந்து BD என்ற படுக்கை மட்டமான குழாய் பிரிவதையும், BD குழாயுடன் 1, 2, 3, 4, 5, 6 முதலிய குழாய்கள் செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டிருப்பதையும் கருத்திற் கொள்வோம். தேக்கி (A) யில் நீர் நிலையை (H) நிலைக்கு உயர்த்துவதன்மூலம், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலை அந் நீருக்குக் கொடுக்கிறோம். அவ் வாற்றலை நீர்த் தேக்கியின் அடியில் தரும் அழுத்தத்தைத் தெரிவதன்மூலம் அளக்கலாம். BD குழாயின் அடைப்பான் அடைக்கப்பட்டுவிட்டால் நீர் H நிலைக்கு உயர்த்தப் பட்டதால் பெற்ற ஆற்றல் செலவிடப்படாது. அதனால் செங்குத்துக் குழாய்களின் நீர் மட்டமும் தேக்கி (A)வின் நீர் மட்டமும் ஒரே அளவில் இருக்கும். இப்பொழுது அடைப்பான் திறக்கப்பட்டால் குழாய் (BD) வழியாகத் தண்ணீர் வெளிச் செல்வதால், 1—6 குழாய்களில் தண்ணீர் மட்டம் சிறிது சிறிதாகக் குறைகிறது.

தேக்கி (A)யின் மட்டத்தையும், குழாய்களின் 1—6 நீர் மட்டத்தையும் ஒப்பிடுவதன்மூலம், பக்கவாட்டுக் குழாயில் (BD) தொடக்கத்திலேயே பக்கவாட்டு அழுத்தம் (lateral pressure) தேக்கியைவிடக் குறைவதைக் காணலாம். அதனால் சிறு அளவு ஆற்றல் $H-h_1=h_0$ எனப் புலப்படுத்தக்கூடிய அளவு இவ் வமைப்பின் தொடக்கத்தில் செலவழிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த ஆற்றல் நீர் ஓடுவதற்கான விரைவைத் தரச் செலவழிக்கப்படுகிறது. குழாய் (BD) நீர் நிலை குறைகிற விரைவு வீதத்துக்கு நீர் ஓடும் விரைவு வீதமும் ஒன்றுகும்.

அளவிற்குப் பெரிதாக இருந்தால் தேக்கப்பட்ட ஆற்றல் அனைத்தும் இயக்கத்துக்குரிய ஆற்றலாக மாற்றப்படும். ஆகவே, நீர் நிலைகள் $H-h_1=H$-குச் சமப்படுத்தப்படும். தேக்கி (A) யிலிருந்து பாய்கிற நீரின் விரைவு வீதத்தை, படுக்கை மட்டக் குழாய் 'BD' யில் தடைகளை ஏற்படுத்திக் குறைத்தால், அத்தடையை வெல்ல மிகுந்த ஆற்றல் செலவாகிறது. ஆகவே, $H-h_1$ இன் அளவு குறைகிறது (மேல் படம் 43-ல் 3, 4 குழாய்களின் நீர் நிலைகளை ஒப்பிடவும்).



படம் 43. குருதி அழுத்தத்தைத் தாக்கும் புற இயல் கூறுகளின் இன்றியமையாமையை விளக்கும் படம்

இதிலிருந்து இயங்கும் நீர்மைக்குத் தரப்பட்ட ஆற்றல், அந் நீர்மைக்கு விரைவு வீதத்தைக் கொடுக்கவும், அது பாயும் குழாய்களின் சுவர்களால் நேரும் தடையை வெல்வதற்கும் செலவழிக்கப்படுகிறது என்று தெரிய வருகிறது.

சுற்றோட்ட அமைப்பில், இதயச் செயல்களால் குருதிக்குச் செலுத்தப்படும் ஆற்றல், இயங்கு இயலின்படி தேக்கி Aயின் உள்ளார்ந்த ஆற்றலுக்கு (potential energy) ஒக்கும். குழாய்களில் பாய்கின்ற குருதி, அதன் உட்பகுதிக்குத் தரும் அழுத்தம் செங்குத்துக் குழாய்களின் [1—6 இன்] பக்கவாட்டு அழுத்தத்தை ஒக்கும்.

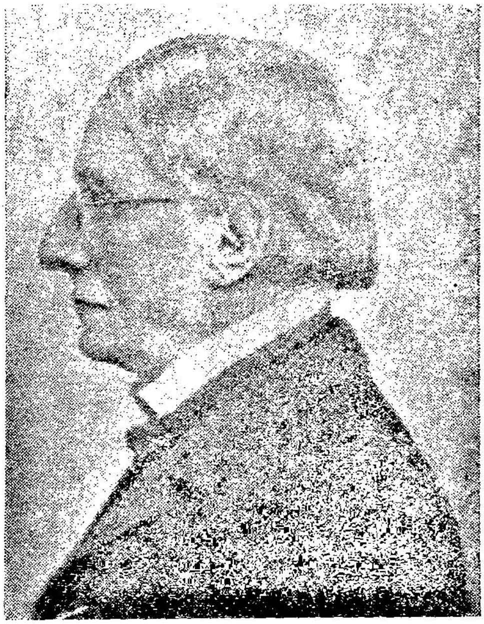
ஒரு 'T' வடிவக் குழாயை வெட்டப்பட்ட குருதிக் குழாய்க்குள் செருகுவதன் மூலமும், அக் குழாயின் பக்கப் பிரிவை அழுத்த அளவை (manometer) யுடன் இணைப்பதன் மூலமும், குருதியால் கு ழ ா ய் ச் சுவர்களின்மீது ஏற்பட்ட அழுத்தத்தை நாம் கண்டறியலாம். இந்த அழுத்தம் சுற்றோட்ட அமைப்பின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் உள்ள உள்ளார்ந்த ஆற்றலைக் குறிக்கும். இந்த ஆற்றல் இதன் பின்பு குருதி ஓடுவதற்கு ஏற்படுகின்ற தடை ஆற்றலை வெல்லச் செலவழிக்கப்படுகிறது. பக்கவாட்டு அழுத்தத்தை அளக்கும்போது குருதிக்கு விரைவு வீதத்தைத் தரச் செலவழிக்கப்பட்ட ஆ ற் ற ல் கருதப்படுவதில்லை. குருதி ஓட்டத்துக்கு எதிராகக் குழாயினுள் செலுத்தப்பட்ட குழாயை 'அழுத்த அளவை'யுடன் இணைத்தால் அழுத்தத்தைப் பதிவு செய்கின்ற அழுத்த அளவையின் பரப்பிற் கெதிராகத் துடிக்கின்ற குருதி அலை நின்றுவிடுகிறது. இப்படிப் பதிவு செய்யப்பட்ட இறுதியான அழுத்தம் சுற்றோட்ட அமைப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் இருக்கின்ற உள்ளார்ந்த அழுத்தத்தை மட்டுமல்லால், குருதிக்குச் சிறு அளவு விரைவு வீதத்தைத் தரப் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆற்றலையும் குறிப்பிட்டுக் காட்டும். படம் 43-இல் கீழுள்ள படம் இந்த அமைப்பை விளக்குகிறது. இவ்வமைப்பில் குழாய் '2a'யின் ஓரம் நீர்மை ஓட்டத்திற்கு எதிராகத் திரும்பி இருக்கிறது. ஆகவே, நீர்மைக்குத் தரப்பட்ட விரைவு வீதத்துக்குச் செலவழிக்கப் பட்ட ஆற்றலும், குழாய் '2a' விற்கு அனுப்பப்படுவதால் அக் குழாயின் அழுத்தம், மற்றக் குழாய்களின் பக்கவாட்டு அழுத்தத்தைவிட மிகுதியாக இருக்கிறது. அதன் உயரம் $h_0 = H - h_1$ க்குச் சமமாகிறது.

குருதிக் குழாய் அமைப்பில், குருதிக்குத் தரப்பட்ட உள்ளார்ந்த ஆற்றலைக் கருத்திற் கொள்ளும்போது குருதிக்கு விரைவு வீதத்தைத் தரப் பயன்படுத்தப்படும் ஆற்றல் மிகவும் குறைவாகும். ஆகவே, இறுதியாகக் கிடைக்கும் அழுத்தம் பக்கவாட்டு அழுத்தத்தை மட்டுமே ஒக்கும். குருதி அழுத்த அளவைப்பற்றி நாம் பேசும்பொழுது, இந்த அளவு குருதி, குழாய்களில் பாய்வதால் அதன் சுவர்களில் பக்கவாட்டு அழுத்தத்தை மட்டுமே குறிப்பிடுகிறதா, இதயச் செயல் முறையால் குருதி இயங்கத் தரப்பட்ட ஆற்றலையும் சேர்த்துக் குறிப்பிடுகிறதா என்பதைக் கருதுவதில்லை.

சிரைகளிலிருந்து இதய அறைகட்குச் செல்லும் குருதி சிறிது ஆற்றலுடையது. ஆனல், இந்த ஆற்றல் இதயத்தின்

தொடர்ந்த வெளிச் செலுத்தலின்போது பயன்படுவல்லை. அவ் வாற்றல் இதய அறைக்குள் சென்றதும், அவ் வறைகளின் சுவர்களில் மோதி, அதிர்வு அசைவுகளைத் தோற்றுவதற்குச் செலவழிக்கப்பட்டுவிடுகிறது.

தொடக்கப் பகுதிப் பெருந் தமனியின் குருதி அழுத்த அளவு இதயச் செயல் முறைகளினால் உருவான உள்ளார்ந்த மொத்த ஆற்றலின் அளவை யொக்கும். மற்றப் பெருந்தமனிக ளான கழுத்துத் தமனி மேற்கைத் தமனி (brachial), ஆரைத் தமனி (radial), தொடைத் தமனி (femoral) ஆகியவற்றில் அழுத்தம் பெருந்தமனி அழுத்தத்தைவிட [2—10 மி. மீ. பாதரசம் (Hg)] குறைவாக இருக்கும். பெரிய தமனிகளின் வழியாகக் குருதி ஓடும்பொழுது அவைகளில் குறைவான தடை ஆற்றலே இருப்பதால் அதை வெல்லச் சிறிதளவு



கார்ல் லூட்விக்

உள்ளார்ந்த ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும். ஆகவே, ஏதாவதொரு பெரிய தமனியில் எளிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட 'தமனிக் குருதி அழுத்தம்', இதயம் பெருந்தமனிக்குள் செலுத்திய குருதியின் உள்ளார்ந்த ஆற்றலை அளப்பதாகக் கருதப்படுகிறது.

தமனிகள் உள்ளடக்கிய எந்த ஒரு குருதிக் குழாயின் அழுத்தமும் அக் குழாயில் ஓடும் குருதியால் அதன் சுவர்களுக்குத் தரப்பட்ட அழுத்தமாகும். தமனி அழுத்த அளவின் உயர்வை ஒரு குழாயை வெட்டுவதன் மூலம் குருதி தெறிக்கும் உயர அளவைக் கொண்டு விளக்கமாகச் செயல்முறையில் காட்டலாம். ஃகேல்சு (Hales) 18ஆம் நூற்றாண்டில் முதன் முதலில் தமனி அழுத்தத்தை அளக்கச் செய்ததுபோல், செங்குத்தான கண்ணாடிக் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்ட ஒரு குழாயைப் பெரிய தமனிகளில் ஒன்றினுள் செலுத்துவதன் மூலம், குருதி அக் குழாயில் விலங்கின் உடம்பிற்கு மேல் 150—200 செ.மீ. உயர்வதைக் காணலாம். ஒவ்வொரு சுருக்கலின்போதும் அக் குழாயில் 20—40 செ.மீ. முன்னிருந்ததைவிட உயர்வதையும், இதயச் சுருங்குதல்களுக்கிடைவெளிகள் அந்த 20—40 செ. மீ. குறைவதையும் காணலாம்.இம் முறைகள் உடலியல் செய்முறைப் பயிற்சிகளில் மட்டுமே குருதி அழுத்தத்தை அளக்கப் பயன்படும்.

தமனி அழுத்தம் வழக்கமாக 'அழுத்த அளவை' மூலம் அளக்கப்படுகிறது. இது மி.மீ. பாதரசமாகக் (Hg) குறிப்பிடப்படுகிறது [1 மி.மீ. பாதரசம் (Hg) 13·7 மி. மீ. நீரை (H_2O) ஒக்கும்].

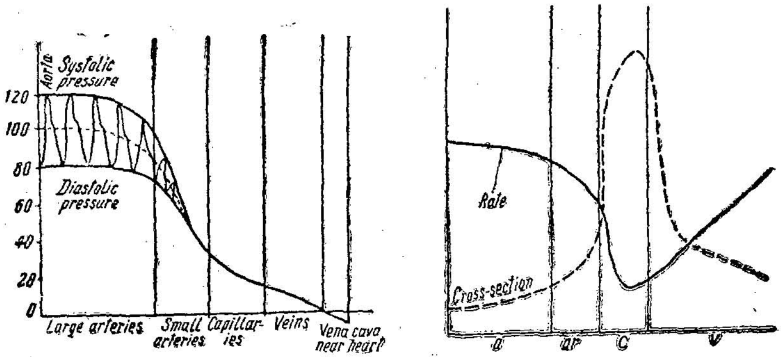
சுற்ளேட்ட அமைப்பின் பல்வேறு கிளை அமைப்புகளில் குருதி ஓடுவதற்கான தடைவலி

பல்வேறு குருதிக் குழாய்களில் அளக்கப்பட்ட 'குருதி அழுத்தம்' அளவிலிருந்து கண்களால் பார்க்கப்படுகின்ற தமனிகளின் அழுத்தம், பெருந்தமனியின் அழுத்தத்தைவிடச் சிறிதளவே குறைந்திருப்பதைக் காணலாம். பெரிய தமனிகளில், குருதி ஓடச் சிறிதளவே தடைவலி இருப்பதால், பெருந்தமனிக்குள் செலுத்தப்பட்ட குருதியின் உள்ளார்ந்த ஆற்றலில் மிகக் குறைந்த அளவு பயன்படுத்தப்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும்; சுருக்கலின்போது பெருந்தமனிக்குள் அழுத்தம் 115—130 மி.மீ. பாதரசமாக (Hg) உயர்கிறது. குறுநாடிகள் தொடங்கும்பொழுது அதன் அழுத்தம் 70—80 மி.மீ. (பா-ம். Hg) ஆகும். குறுநாடி வழியாகக் குருதி பாயும்பொழுது அழுத்தம் மிகவும் குறைந்து, தந்துகிகளுக்குள் 20—30 மி.மீ. பா-ம். (Hh) அழுத்தத்தில் பாய்கிறது. தந்துகிகளின் வழியாகப் பாய்ந்த குருதி 8—15 மி.மீ. பா-ம். (Hg) அழுத்தத்தில் சிறு சிரைகளுக்குள் பாய்கிறது. இதயத்துக்குள் செல்லும் நெஞ்சுச் சிரைகளில் குருதி 'வளிமண்டல அழுத்த'த்துக்குக் (atmospheric

pressure) குறைவான 2—6 மி.மீ. பாதரசம் (Hg) அழுத்தத்தில் பாய்கிறது.

பொதுச் சுற்றோட்டக் குருதிக் குழாய் முழு அமைப்பின் மொத்தத் தடைவலி (resistance) 100 எனக் கொண்டால் குறுந் தமனிகளுக்கு முன்னுள்ள தமனி வலை அமைப்பின் தடைவலி ஏறக்குறைய 22 விழுக்காடும், சிரைகளின் முழு அமைப்பும் 10 விழுக்காடும், குறுந்தமனிகளாலும் தந்துகிக ளாலும் தரும் தடைவலி 70 விழுக்காடாகவும் அமையும். இந்த 70விழுக்காட்டில் ஏறத்தாழ $\frac{3}{4}$ பகுதி குருதி தமனிகளாலும் $\frac{1}{4}$ பகுதி தந்துகிகளாலும் உருவாக்கப்படும். இந்த அளவுகள் மாறும் தன்மையுடையன.

குறுந்தமனிகளின் மொத்தப் பரப்பு, பெரிய தமனிகளின் மொத்தப் பரப்பைவிட மிகுதியாக இருப்பதாலும், குருதி பாயும் விரைவுவீதம் அவைகளில் உயர்வாக இருப்பதாலும், குறுந்தமனிகள் மிக உயர்ந்த 'தடைவலியை' உண்டாக்கு கின்றன [பெருந்தமனியின் மொத்தப் பரப்பைவிட குறுந்



படம் 44. இடது படம்; தமனிகளிலும், தந்துகிகளிலும் சிரைகளிலும் நிகழும் அழுத்த மாறுபாடுகளை விளக்குகிறது. வலது படம் தமனிகளில், தந்துகிகளில், சிரைகளில் குருதிபாயும் வீதங்களில் மாறுபாடுகளையும், குருதிக் குழாய்ப் படுக்கையின் முழு அகலத்தையும் விளக்குகிறது. a. தமனிகள், ar. குறுந்தமனிகள்; C-தந்துகிகள்; V. சிரைகள்.

தமனிகளின் பரப்பு ஏறத்தாழ 3 மடங்கு மிகுதியாயிருப்பதால், குறுந்தமனியின் குருதி விரைவு வீதம் பெருந்தமனியின் வீதத்தில் $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{3}$ பங்கே இருக்கிறது]. தடைவலியை எதிர்த்துச் சுவர்களின்மீது ஒரு திரவம் மோதும் வேகம் (அத் திரவத்தின்) நீர்மத்தின் விரைவுவீதத்தின் இருமடங்குக்குச் சமமாகிறது (square of its velocity). குறுந்தமனிகளின் மிகுந்த நீளமும்,

பெரிய பரப்பும் அவைகளில் பாயும் குருதியின் விரைவு வேகம் மிகுந்திருப்பதுமே பெரிய தமனி அமைப்புகளைவிட அவற்றில் மிகுதியான தடைவலி இருப்பதற்குக் காரணங்களாகும்.

உடலில் குறுந்தமனிகளின் எண்ணிக்கையைவிடத் தந்துகிகளின் எண்ணிக்கை மிகுதியாகும் [பல ஆயிர பத்து இலட்சத் தந்துகிகள் உள்ளன. அதே போழ்து பல நூருயிரம் குறுந்தமனிகளே உள்ளன]. அனைத்துத்தந்துகிகளின்மொத்தப் புழைகள் (lumens) குறுந்தமனி மொத்தப் புழைகளைவிட 200—400 மடங்கு மிகுதியாகவும், 800 மடங்கு பெருந் தமனியின் குறுக்குப் பரப்பையும்விட மிகுதியாகவும் உள்ளது. ஆகவேதான் குருதி தந்துகிகளில் குறைந்த வேகத்தில் பாய்கிறது. தந்துகிகள் குட்டையாகவும், குருதி அவைகளில் மெதுவாகவும் பாய்வதால் அவைகளின் 'தடை வலி' குறுந் தமனிகளின் தடைவலியைவிடக் குறைவாக இருக்கிறது.

நுரையீரல் சுற்றோட்டத்தின் தடைவலி, பொதுச் சுற்றோட்டத் தடைவலியில் $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{6}$ பங்காகும். ஆகவே, நுரையீரல் தமனியின் அழுத்தம் பெருந்தமனியின் அழுத்தத்தில் $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{6}$ பங்காக இருக்கிறது.

இப்படியாகக் குருதி அழுத்த அளவு, குருதி இதயத்தை விட்டுத் தொலைவில் செல்லச் செல்லக் குறைகிறது. குறுந் தமனியில் அதன் அழுத்தம் மிகக் குறைவாக இருக்கிறது.

குருதிக் குழாய்களின் மொத்தப் பரப்பு பெருந்தமனியிலிருந்து தந்துகிகளுக்குச் செல்லச் செல்ல மிகுதியாகிறது. பின்பு தந்துகிகள் சிரைகளாகச் சென்று சிரைகள் பெருஞ்சிரைகளாகும் பொழுது பரப்பு குறைந்துகொண்டே வருகிறது [இதயத்துக்குள் நுழையும் இரு பெருஞ் சிரைகளின் பரப்பு பெருந்தமனிப் பரப்பைவிடச் சிறிது மிகுதி]. இதயத்தால் வெளிச் செலுத்தப்பட்ட குருதி படிப்படியாகப் பெருந்தமனி, பெரிய தமனிகள், அனைத்துத் தந்துகிகள், சிரைகள், பெருஞ் சிரைகளின் வழியாகப் பாய்கிறது. ஆகவே, குருதியோட்ட விரைவுவீதம் பெருந்தமனியில் மிக உயர்வாகவும், தந்துகிகளில் மிகக் குறைவாகவும் இருக்கிறது [தந்துகிகளில் அழுத்தம், பெருந்தமனியின் அழுத்தத்தில் 1/6000—1/8000 பங்கே]. சிரைகளில் மீண்டும் குருதி விரைவு வீதம் உயருகிறது; பெருஞ் சிரைகளில், பெருந்தமனியின் விரைவைப் பெறுகிறது. இந்தத் தொடர்புகளெல்லாம் படம் 44இல் காட்டப் பட்டுள்ளன.

குழாய்களில் தொடர்ச்சியாகக் குருதி பாய்தலும் தமனிகளின் மீள்தன்மைச் சிறப்பும்

இதயம் தொடர்ச்சியாகக் குருதியை வெளிச் செலுத்துவதில்லை; சுருக்கலின்போது மட்டும் செலுத்துகிறது. விரிவின்போது இதயத்திலிருந்து குருதி தமனிகளுக்குச் செல்வதில்லை. இதைத்தவிர, இதய விரிவின்போது, ஓட்டம் நிற்காமல் குருதி குழாய்களில் தொடர்ச்சியாகப் பாய்ந்தோடுகிறது; இதயத்திலிருந்து தொலைவில், குறுந்தமனிகளிலும் தந்துகிகளிலும், சிரைகளிலும் இதயச் செயல் முறைகளின் பல்வேறு நிலைகளில் மாற்றமடையாமல் குருதி நிலையான விரைவு வீதத்தில் பாய்கிறது. தமனிகளின் மீள்தன்மையும், குறுந்தமனிகளில் குருதி பாய்வதற் குண்டான உயர்ந்த தடையாற்றலுமே இவை யனைத்துக்கும் காரணமாகும்.

கீழறைச் சுருக்கலின்போது, குருதி பெருந்தமனிக்குள்ளும் நுரையீரல் தமனிக்குள்ளும் குறிப்பிடத்தக்க வேகத்துடன் செலுத்தப்படுகிறது. தமனிகளிலிருந்து, குறுந் தமனிகளுக்குள் குருதி பாயும்பொழுது தடைவலி மிகுதியாக உயர்வதால், இதயம் தமனிக்குள் செலுத்திய அதே வேகத்தில் குருதியை அவைகளிலிருந்து குறுந்தமனிகளுக்குள் செலுத்த இயலாது. இதயச் சுருக்கலின்போது கீழறைகள் வேகமாகக் குருதியை தமனிகளுக்குள் செலுத்துவதால், உயரும் மிகுதியான குருதியின் கொள்ளளவில் தமனிகள் விரிகின்றன.

சான்றாக, 8 மி.லி. குருதி ஒவ்வொரு 0.1 வினாடிக்கும் தமனியிலிருந்து குறுந்தமனிக்குள் செலுத்துவதாகக் கொண்டால் 0·3 வினாடி நீடிக்கும் இதயச் சுருக்கலின்போது செலுத்தப்பட்ட குருதி $3 \times 8 = 24$ மி. லி. ஆகும். இதயச் சுருக்கலில் முதல் 0·1 வினாடியில் 40 மி.லி. குருதி பெருந்தமனிக்குள் செலுத்தப்படுவதாகவும், அடுத்த 0·1 வினாடியில் 20 மி.லி.உம் 3ஆவது 0·1 வினாடியில் 10 மி.லி. குருதியும் செலுத்துவதாகக் கொண்டால், செலுத்தப்பட்ட மொத்தக் குருதி 0·3 வினாடியில் 70 மி.லி. ஆகிறது. ஆகவே, சுருக்கலின் முடிவில் தமனிகள் 70—24=46 மி.லி. குருதியைக் கொண்டிருக்கின்றன. தொடர்ந்து வரும் விரிவில் 0·5—0·6 வினாடியில் இந்த 46 மி.லி. குருதி குறுந்தமனிகளின் வழியாகத் தந்துகிகட்கும், பின்பு சிரைகட்கும் இறுதியாக இதயம் நோக்கியும் செல்கிறது.

உறுப்பின் மீள்தன்மை மிகும்போது அதை விரியச் செய்யத் தேவையான ஆற்றலும் மிகுதியாகிறது. விரிந்த மீள்

தன்மையுள்ள உறுப்பு, அவ் விரிதலுக்குக் காரணமான வலிவு தாக்காதபொழுது சுருங்குகிறது; அதனுல் அதை விரியச் செலவழிக்கப்பட்ட ஆற்றல் வெளிப்படும். ஆகவே, சுருக்கலின்போது குருதி உட்செலுத்தப்பட்டதால் விரிந்த தமனிகள், விரிதல் தொடங்கும்பொழுது அழுத்தம் குறைவதால் அதன் சுவர்கள் சுருங்குகின்றன. அதே நேரத்தில் விரிந்த தமனிச் சுவர்களில் தேக்கப்பட்ட 'உள்ளார்ந்த விறைப்பாற்றல் வலிவு' சுருங்கும் அதன் சுவர்களில் அழுத்தமாக மாற்றப்பட்டு தமனிகளில் உள்ள குருதிக்குச் செலுத்தப்படுகிறது.

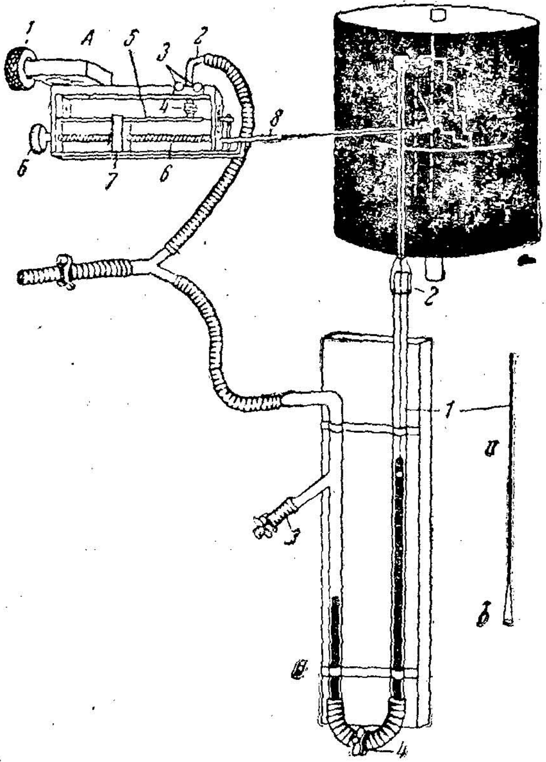
பெரிய தமனிகளில் குருதி அழுத்தம் ஒவ்வொரு சுருக்கத்தின்போதும் உயர்கிறது; விரிவின்போது குறைகிறது. விரிவு மிகுதியாகும்போது மீளும் தன்மையுள்ள தமனிகளின் சுருக்கமும் மிகுகிறது. வழக்கமான விரிவின்போது தமனிகளில் அழுத்தம் 40—60 மி.மீ. பாதரசத் (Hg) துக்குக் குறையாது; அஃதாவது விரிவின் முடிவில், தமனிகள் விரிவடையவே இயலாத குழாய்களைவிட மிகுதியான குருதியை யுடையதாக இருக்கின்றன. ஆனுல், சுருக்கங்களுக்கிடையேயான இடைவெளி மிகுந்தால் [3—5 விநுடிகளுக்கு மேல்] தமனிகளின் அழுத்தம் குறைந்து சுன்னம் ஆகிறது [0].

இவ்வாருக இதய விரிவின்போது தமனிகளில், அதன் சுருங்கும் சுவர்கள் தரும் அழுத்தத்தால் குருதி பாய்கிறது. இத் தன்மை குழாய் அமைப்பில் குருதி தொடர்ச்சியாக இயங்கும் நிலையை உருவாக்குகிறது. இதய விரிதலின் போது தமனிகளின் சுவர்களால் புதிய ஆற்றல் உருவாக்கப்படுவதில்லை; தமனிகளை விரியச்செய்யப் பயன்படுத்தப்பட்ட இதயச் சுருக்கலின் ஆற்றலே இன்னும் அழுத்தமாக வெளியிடப் படுகின்றது.

தமனிகளின் அழுத்தத்தை அளத்தல்; சுருக்க விரிவின் அழுத்தம்

குருதி அழுத்தத்தை அளக்கும் நேரடி முறைகள்: குருதிச் சுற்றோட்டத்தை விளக்கும் குருதி அழுத்தத்தை மதிப்பிடுவது மிகவும் இன்றியமையாததாகும். குருதி அழுத்தம் நேரடியாக அளக்கும்போது [ஆய்வுகளிலும், அறுவையியல் செயல் முறைகளின்போதும் ஒரு குழாயைத் துளையிடும்போதும்] அதன் அளவு குருதிக் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்ட 'அழுத்த அளவை'யில் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. 'பாசரச அழுத்த

அளவை 'தான் சுருக்கமான, அடிக்கடி பயன்படுத்தும் அழுத்த அளவையாகும் (படம் 45). திறந்து காட்டப்பட்ட

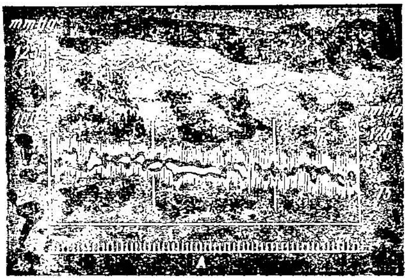


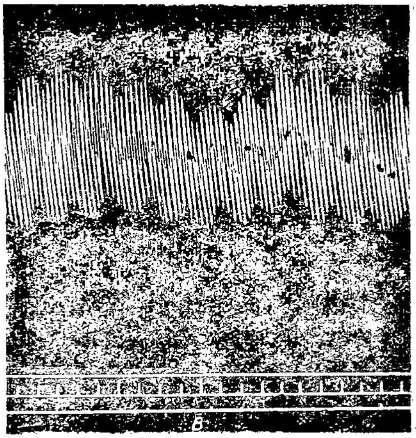
படம் 45. இலுட்விக்கின் பாதரச அழுத்த அளவையும், ஃபிக்கின் சுருள் அழுத்த அளவையும் [ராசென்காவுக்குப் பின்]

குருதிக் குழாயின் வெட்டப்பட்ட பகுதி வழியாக ஒரு குழாய் உட்செருகப்பட்டது; அக் குழாயின் மற்றொரு முனை ஒரு குழாய்களின் அமைப்பால் U-வடிவ அழுத்த அளவையுடன் இணைக்கப்பட்டது. குழாய் அமைப்பு முழுவதும் [குருதியிலிருந்து பாதரசம் வரை] குருதி உறைதலைத் தடுக்கும் ஒரு நீர்மையால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும் [சான்றாக சோடியம் பைகார்பனேட் அல்லது மெகனீசியம் சல்பேட் கரைநீர்]. இரண்டு U-வடிவ பக்க உறுப்புகளின் பாதரச மட்ட வேறுபாடுகள் குருதி அழுத்தி மி.மீ. பாதரசத்தில் (Hg) காட்டுகிறது. பாதரசத்தின் மேற்பகுதியில் ஒட்டப்பட்ட அம்பு முனை குருதி அழுத்த மாறுபாடுகளை [கைமோகிராப்ஃ டிரம்மால்] அசையும் காகிதத்தில் பதியும்.

பாதரசத்தினுடைய அசையா நிலை, பாதரச அழுத்த அளவையின் குறைபாடுகளில் ஒன்றாகும். அதனால் தமனியின் குருதி அழுத்த மாறுபாடுகள் உருக் குலைக்கப்படும். மிக (வேகத்தில்) விரைவாக அழுத்தம் உயரும் பொழுதும், குறையும் பொழுதும் 'பாதரச அழுத்த அளவை'யில் பாதரசம், உண்மையான அழுத்த அளவுக்கு உயரவும், குறையவும் காலம் போதுவதில்லை. குருதி அழுத்த மாறுபாடுகளை மிகக் கூர்மையாகக் குறைந்த அசையா நிலையுடைய 'தொலி அழுத்த அளவை'களால் பதியலாம்.

தமனிகளின் சுருக்க, விரிவின் அழுத்தமும், நாடி, இடைநிலை அழுத்தமும்: இதயச் சுழற்சியின்போது குருதி அழுத்தம் தமனிகளில் சில நிலையான விதிகளைப் பொறுத்து





படம் 46 நாயின் தொடைத்தமனியின் குருதி அழுத்த வேறுபாட்டு வரைபடம்

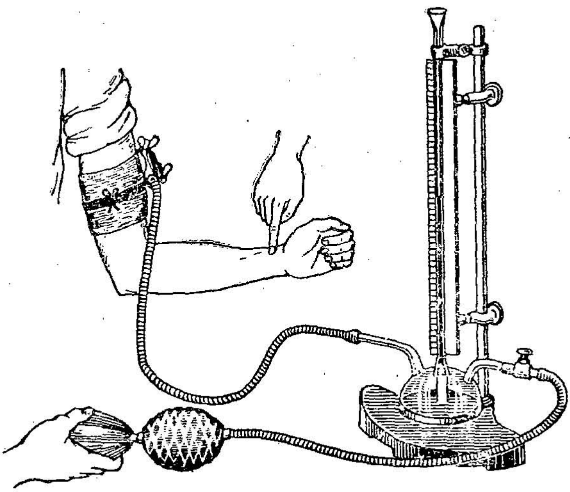
A. பாதரச அழுத்த அளவையால் பதிவு செய்யப்பட்டது மேலே; சுருள்வில் அழுத்த அளவையால் பதிவு செய்யப்பட்டது கீழே.

B. சுருள்வில் அழுத்த அளவையால் பதிவு செய்யப்பட தமனிக் குருதியின் அழுத்த வரைபடம். பதிவு இதய உயிர்த்தல் மாறுபாடுகளைத் தெளிவாகக் காட்டுகிறது

மாறுபடுகிறது. சுருக்கலின் முதல் பகுதியில் மிகுதியாக உயர்கிறது; விரிவின் முடிவில் குறிப்பிட்ட குறைவை அடைகிறது. இதைக் கீழ்க் கண்டவாறு பிரித்தறிகிறோம்: (அ) சுருக்கலின் அல்லது மிகுதியான குருதி அழுத்தம்—சுருக்கம்

தொடங்கிய 0·1—0·12 வினாடிக்குப் பிறகு தமனிகளில் ஏற்படுகிறது [படம் 46-ல் வரைபடத்தின் உயர்வான முனை] மனிதனின் பெரிய தமனிகளில் இந்த அழுத்தம் 100—125 மி.மீ. பா-ம். (Hg) ஆக இருக்கும். (ஆ) விரிதல் அல்லது குறைந்த குருதி அழுத்தம், விரிதலின் இறுதியில் உருவாகிறது [வரைபடத்தின் கீழ் முனை—படம் 46]. மனிதரில் இந்த அளவு பொதுவாக 45—80 மி.மீ. பா-ம். (Hg)-க்குள் மாறுபடுகிறது. சுருக்கல், விரிதல் அழுத்தங்கட்கு உள்ள வேற்றுமையே 'நாடி அழுத்தம்' எனக் குறிப்பிடப்படும். சுருக்க விரிதல் அழுத்தங்களில் ஒரே அளவில் மாறுபாடுகள் ஏற்பட்டால், 'நாடி அழுத்த' அளவு மாறாது.

இடைநிலை அழுத்தம்: வழக்கமான பாதரச அழுத்த அளவையின் பக்க உறுப்புகளுடன் திருகு பற்றிறுக்கியுடன் (screw clamp) கூடிய இரப்பர் குழாயை இணைக்க இயலும் [செக்னோவால் முதலில் செய்யப்பட்டது] இருபக்க உறுப்புகளையும் இணைக்கும் இரப்பர் குழாயை இறுக்கினால், இறுக்கப்பட்ட புழையுள் பாதரசம் மிக மெதுவாகச் செல்வதால்



படம் 47. ரிவா—ராக்கியின் குருதியழுத்த அளவை

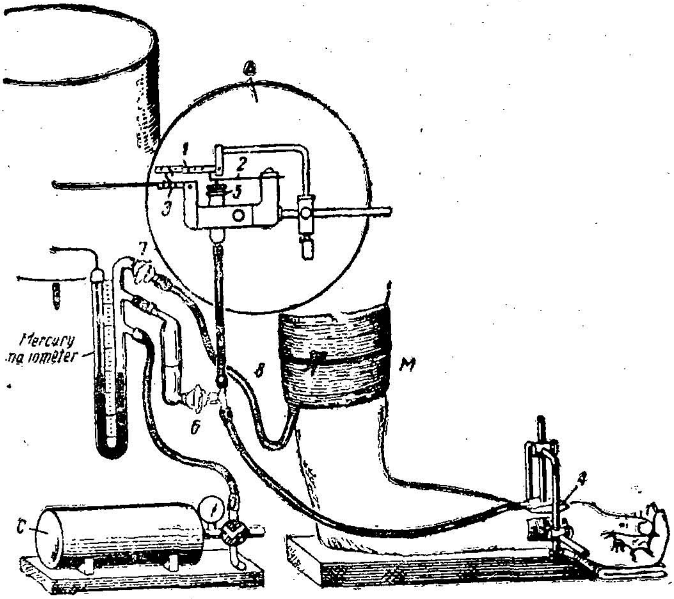
இதயச்சுழற்சியின்போது நிகழும் குருதிஅழுத்த மாறுபாடுகள் அடக்கப்படும்; அழுத்த அளவை அனைத்துத் துடிப்புகளின் முடிவுகளைமட்டும் காட்டும். அஃதாவது, குருதி அழுத்தத்தின் இடைநிலை அளவைக் காட்டும்.

மனிதனில் குருதி அழுத்தம் கண்டுபிடித்தல் : குருதி அழுத்தம் மனிதரில் மேற்கைத் தமனியிலிருந்து [குருதியற்ற முறையில்] அளக்கப்படுகிறது. குருதி அழுத்த அளவையின் நீள் தன்மையற்ற பருப்பொருள் பையால் மூடப்பட்ட, மீள் தன்மையுள்ள பட்டை மேல் கையைச் சுற்றிக் கட்டப்படுகிறது. அழுத்த அளவையின் கட்டுப்பாட்டுக்குக் கீழ் காற்றைப் பட்டைக்குள் செலுத்துவதன்மூலம் அழுத்தப்பட்ட மேற்கைத் தமனியின் குருதி அழுத்தத்தைச் சமநிலைப்படும் வெளி அழுத்த அளவையை நாம் அறிகின்றோம். பட்டையிலுள்ள அழுத்தம் தோலின் வழியாகத் தசைகளுக்கும், குறிப்பாக மேற்கைத் தமனிக்கும் ஊடுருவி அனுப்பப்படுகிறது. முழுதுமாகத் தமனியை அழுத்துவதற்காக, வெளியிலிருந்து தரப்படும் அழுத்தம், குருதி அழுத்தத்திற்குமேல் இருக்க வேண்டும்.

மேற்கைத் தமனி முழுதுமாகச் சேர்த்து அழுத்தப் பட்டால் சேர்த்து அழுத்தப்பட்ட மேற்கைத் தமனியின் (புறச் சேய்மைக் கோடியிலுள்ள (Distal) தமனிகளில் நாடி அலைகள் மறைந்துவிடும். ஆகவே, ஆரைத் தமனியிலும் (radial) முழங்கைத் தமனியிலும் நாடி அலைகள் மறைவது, மேற்கைத் தமனிமீது பட்டையின் அழுத்தம் குருதி அழுத்தத்தைவிட மிகுதியாகும் சமயத்தைக் குறிக்கும். தமனியின் அழுத்த அளவும், பட்டையின் அழுத்த அளவும் சமமாகும்பொழுது, பட்டை சுற்றப்பட்ட மேற்கைக்குக் கீழுள்ள தமனிகளில் சான்றாக ஆரை, முழங்கைத் தமனிகளில் நாடி அலைகள் மறைந்துவிடுகின்றன. குருதி அழுத்தத்தை மேற்கையைச் சேர்த்தழுத்தும் பட்டையின் அழுத்தத்தைக் கொண்டு எதிர்ப்பதன் மூலம், தமனியிலுள்ள குருதி அழுத்தத்துடன், தமனிச் சுவர்களின், மேற்கையிலுள்ள மென் திசுக்களினுடைய மீட்டெழுச்சி ஆற்றலையும் (resiliency) எதிர்க்கத் தேவையான அழுத்தத்தையும் சேர்த்து அளக்கப்படுகிறது. சேர்த்து அழுத்தப்பட்ட முனையின் இடஞ்சார்ந்த பொருண்மைகளான திசுக்கள், தமனிகளினுடைய மீட்டெழுச்சி ஆகிய இவை சுற்றோட்டக்குழாய்களின் அமைப்பு முறைகளை அப்படியே விளக்குகிறது.

கோரட்கோவின் ஒலிகள் : ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில் பட்டையால் சேர்த்து அழுத்தப்பட்ட மேற்கையிலிருந்து சேய்மைத் தமனிகளில் உடல் உள்ளொலிப் பெருக்கியின் (phone-endoscope) மூலம் தனிச் சிறப்புப் பண்பு வாய்ந்த அல்லது வேறுபடுத்திக் காட்டும் இயல்புள்ள ஒலிகளைக்

கேட்டறியலாம். இந்த ஒலிகள் 1905இல் பீட்டர்சுபெர்க்கிலுள்ள யானேவ்சுகியின் மருத்துவ விடுதியில் கோரட்கோவால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. தற்பொழுது உலகம் முழுவதும் 'கோரட்கோவ் ஒலிகள்' என்றழைக்கப்படும் இவ்வொலிகள், மேற்கையைச் சுற்றியுள்ள பட்டையின் அழுத்தம் பொதுவாக 50—70 மி. மீ. (Hg) இடையிலுள்ளபோது தோன்றுகிறது. பட்டையின் அழுத்தம் ஏறத்தாழ 100—120 மி.மீ. பா-ம். (Hg.) ஆக உயரும்பொழுது இவ்வொலிகள் உடனே மறைந்து விடும்.

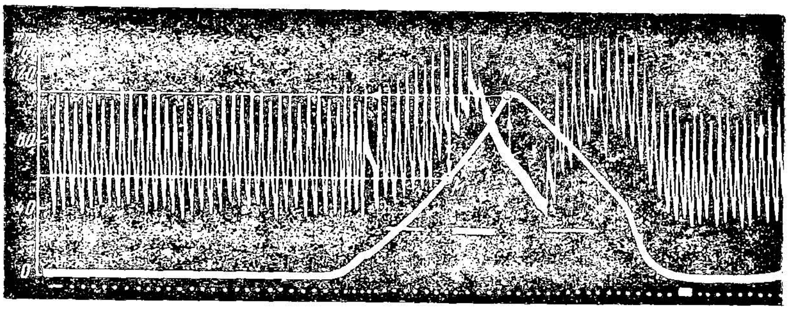


படம் 48. மனிதனுடைய உச்ச, குறைவான குருதியழுத்தங்களை அளக்கும் பதிப்பு

செயல்முறைகளில் குருதி அழுத்தத்தை அளக்க 'அழுத்தம் தளர்த்துதல்' முறையைக் கையாள்கிறோம். பட்டையின் அழுத்தத்தைக் குருதியின் சுருக்க அழுத்தத்துக்கு மேலே உயர்த்திப் பின்பு சிறிது சிறிதாகக் காற்றைப் பட்டையில் இருந்து வெளியிடுகிறோம்; பட்டையின் அழுத்தம் சுருக்க அழுத்தத்தைவிடச் சிறிது குறைந்தவுடனே 'கோரட்கோவின்' முதல் ஒலி கேட்கத் தொடங்குகிறது; பட்டையின் அழுத்தம் குறையும் நிலையில் குருதி, சேர்ந்தழுத்தப்பட்ட பகுதியை ஊடுருவிச் சேய்மைக்குச் செல்வதனாலும், தமனிச் சுவர்களின்

விரிதலினுலும் இந்த ஒலிகள் கேட்கின்றன. பட்டையின் அழுத்தம் குருதியின் விரிதல் அழுத்தத்துக்குச் சற்றுக் குறைந்தவுடனே, பட்டைக்குச் சேய்மையிலுள்ள தமனிச் சுவர்களில் துடிப்புகள் சிறிது குறைகின்றன. இப்படியாக முழங்கைத் தமனியின் ஒலிகள், பட்டையின் அழுத்தமும் விரிதல் அழுத்தமும் சமமாகும்போது மறைந்துவிடும்; அஃதாவது குறைந்த அழுத்தத்தைக் குறிக்கும்.

உயர்ந்த, குறைந்த குருதி அழுத்தங்களை மனிதரில் மேற்கைத் தமனியைச் சேர்த்து அழுத்தும்போது, ஆரைத் தமனியின் துடிப்பலைகளைப் பதிவதன்மூலம் வரைபடத்தில் பதிய இயலும் [படம் 48]. ஆரைத் தமனியின் நாடி அலை வீச்சு குறையத் தொடங்கும்போதுள்ள குருதி அழுத்த அளவைப் பட்டையின் அழுத்த அளவு, குறைந்த அளவைக் குறிக்கும். மாருக, ஓர நாடித்துடிப்பு மறையும்போதுள்ள அழுத்த அளவு, தமனியின் உயர்ந்த அழுத்தத்தைக் குறிக்கும் (படம் 49).



படம் 49. சுருக்கல் விரிதல் அழுத்தங்களைப் படம் 48 இல் விளக்கப் பட்டுள்ள முறை மூலம் கண்டுபிடித்தல்

குறை : நாடித் துடிப்பு குறையும்பொழுது மேற்கையைச் சேர்த்தழுத்தும் பட்டையின் அழுத்தத்திற்கு ஒத்த விரிதல் அழுத்த மட்டம். உயர் : நாடித் துடிப்பு மறையச் செய்யும் குருதி அழுத்த அளவை ஒத்த சுருக்கல் அழுத்தம். கீழேயுள்ள பட்டையான கோடு மேற்கையை அழுத்தும் பட்டையின் அழுத்தத்தைக் குறிக்கிறது. புள்ளிகள் கால இடைவெளியைக் காட்டுகின்றன. 1 புள்ளி—1 விநாடி.

மின் அலை மாற்றிப் பதிவியில் மனிதனின் இடைநிலை அழுத்தத்தைப் பதிவு செய்தல்: பட்டையால் சேர்த்தழுத்தப்பட்ட தமனிக்குள், சுருக்கலின்போது ஊடுருவுகின்ற குருதி ஓட்டத்தால் தமனியின் அழுத்தம் உயர்கிறது. இந்த அழுத்த உயர்வு இயற்கையாகவே பட்டைக்குப் பரப்பப்

படுகிறது. இந்த அழுத்த மாற்றங்களைக் கீழ்க்கண்டவாறு பதிவு செய்யலாம் (படம் 50).

பட்டையிலிருந்து செல்லும் குழாய், காற்றுப்புகாத கண்ணாடி மூடியுள்ள அறையிலுள்ள அழுத்த அளவையின் அறையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அவ் வுறைப் பெட்டியின் அறையும், அதே குழாயின்மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இணைக்கும் குழாயில் பொருத்தப்பட்டுள்ள அடைப்பானல் பட்டையின் அறையை, உறைப்பெட்டியின் அறையிலிருந்து பிரிக்க இயலும். அல்லது அக் குழாயைச் சுருக்கவும், விரிவடையச் செய்யவும் இயலும் உறைப்பெட்டியின் அழுத்தமும், அழுத்த அளவைப் பொதியின் அழுத்தமும் சமமானல் அழுத்த அளவையின் முள் தன் பாதையிலிருந்து விலகாது. பட்டையின் அழுத்தம் 60 மி.மீ.(Hg.) உயரும் பொழுது உறைப் பெட்டி மூடப்பட்டால் பட்டையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள அழுத்த அளவை, உறைப்பெட்டியின் அழுத்தத்துக்கு (அதிகமான) மிகுதியான அழுத்த வேறுபாடுகளைக் காட்டும்.

இந்த முறையில், பட்டையின் அழுத்த மாறுபாடுகளை, அதாவது தமனிகளின் அழுத்த மாறுபாடுகளைப் பதிப் பிக்கலாம். பட்டையின் அழுத்தம், இடைநிலை அழுத்தத்துக்குச் சமமாகும்பொழுது தமனியின் துடிப்புகள் உயர்ந்த நிலையை யடைகின்றது. இடைநிலை அழுத்த அளவு (mean pressure) சுருக்கல், விரிதலின் அழுத்தங்களைவிட நிலையானதாகும்.

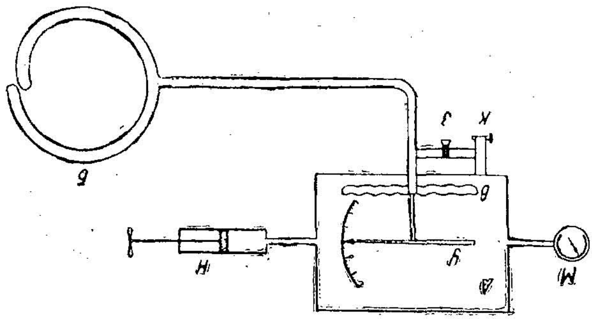
மனிதரில் தமனி அழுத்தத்தின் பொது அளவுகள்

குருதி அழுத்த அளவு பல மூலக்கூறுகளால் மாறுபடும். எப்படி இருந்தபோதிலும் மனிதர்களில் ஒரே தன்மையான நிலைகளில் அளக்கப்பட்ட குருதி அழுத்த அளவு நிலையான தாகும். உடல், உள்ள ஓய்வின்போது 20-40 வயதுடைய மனிதர்களில் குருதி சுருங்கல் குருதி அழுத்தம் 100-125 மி.மீ. பாதரசம் (Hg.) ஆகவும், விரிதல் குருதி அழுத்தம் 60-75 மி.மீ பாதரசம் (Hg.) ஆகவும், நாடி அழுத்தம் 35-55 மி.மீ. பாதரசம் ஆகவும்ஏற்கப்பட்டுள்ளன. முன் கூறியுள்ள இரண்டு அழுத்த அளவுகளும் வயது உயர உயர, உயரும் தன்மையுள்ளன. 50-60 வயதுள்ளவர்களில் சுருக்கல் அழுத்தம் வழக்கமாக 120-140 மி.மீ. பாதரசம் ஆகும். விரிதல் அழுத்தத்தைப் பொறுத்தமட்டில் மாறுதல் இருக்காது அல்லது குறையும்.

துயிலும்பொழுது குருதி அழுத்தம் குறைகிறது; இரவில் துயிலாதபோதும்கூட அழுத்தம் குறைகிறது. குறிப்பிடும்

அளவு தசைப்பணிகளும், உணர்ச்சி நிலைகளும் குருதி அழுத்தத்தை உயரச் செய்கின்றன.

தமனிகளின் குருதி அழுத்தம், குருதிச் சுற்றோட்டத்தை இயக்குவதில் இன்றியமையாப் பங்கேற்கிறது. வலது மேலறையில் பெருஞ்சிரைகள் நுழையுமிடத்து, அவைகளில் குருதி அழுத்தம் நிலையாக இருப்பதால், தமனிகளின்,



படம் 50. மனிதரில் தமனிகளின் உயர்ந்த, குறைந்த அழுத்தத்தை அளக்கும் பேச்சினின் (pachosis) குருதி அழுத்த அளவை.

(B) பட்டை; (H) காற்றை அமைப்பிற்குள் செலுத்தும் துருத்திக் குழாய்; (A) காற்று அழுத்த அளவையைச் சுற்றியிருக்கும் அறை. (y) அளவையின் மீது காட்டும் ஊசிமுனை; (M) பாதரசமில்லாத காற்று அழுத்த அளவை; (K) அமைப்பிலிருந்துகாற்றை வெளிச் செலுத்தும் குழாய்.

சிரைகளின் அமைப்புகளில் உள்ள குருதியழுத்தம் பெரும்பாலும் பெருந்தமனிகளின் குருதி அழுத்தத்தைப் பொறுத்தே உள்ளது. ஆகவே, வழக்கமான நிலைகளில் முழுத் தன்மையான குருதி அழுத்த அளவு குருதியோட்ட விரைவு வீதத்தைத் தீர்மானிக்கிறது.

இதயச் செயல் மாறுபாடுகளால் தமனிக்குருதி அழுத்த விளைவுகள்: பிற நிலைகளெல்லாம் ஒரேதன்மையாக இருக்கும் பொழுது இதயத்தால் வெளிச் செலுத்தப்பட்ட குருதியின் அளவு உயர்ந்தால் தமனியின் குருதி அழுத்தமும் உயரும்.

துடிப்புக் கொள்ளளவை உயர்த்துவதன் மூலம் நிமிடக் கொள்ளளவு மிகுதியானால், சுருங்கலின் அழுத்தம் விரிதல் அழுத்தத்தைவிட உயரும். மாறாக குறைந்த துடிப்புக் கொள்ளளவுடைய துடிப்பு வேகம் உயர்வதன் மூலம், நிமிடக் கொள்ளளவு மிகுதியானால் விரிதல் அழுத்தம் உயரும்.

குறைந்த துடிப்பு வேகமுடைய நீண்ட இடை வெளியுடன் கூடிய சுருங்கி விரிதலின்போது தமனிகளில் குறையும் அழுத்தத்தைவிட, குறைந்த இடைவெளியேயுள்ள சுருங்குதலில் அழுத்தம் மிகுதியாகக் குறையாதிருப்பதே, விரிதல் அழுத்தம் மிகுவதற்குக் காரணம். இதில் நாடி அழுத்தமும் குறையும்.

தமனிகளில் அழுத்தம் விரிதலின்போது குறைவதால், மற்ற முறைகளெல்லாம் மாருதிருக்கும்பொழுது, குறைந்த துடிப்பு வேகம் விரிதல் அழுத்தத்தை மேலும் குறைக்கும்.

குறுந்தமனிகளின் தடை ஆற்றலின் மாறுதல்களால், தமனியின் குருதி அழுத்தத்தில் ஏற்படும் விளைவுகள் : இதயத்திலிருந்து செலுத்தப்படும் குருதி அளவு மாருமல், குறுந் தமனிகளை முதன்மையாக உடைய குழாய் அமைப்பின் புழை சுருங்கினுல் விரிவான பாதையில் பாய்ந்த அதே அளவு குருதி விரைவாகக் குறுகிய பாதையில் பாயும். ஆகவே, குறுந்தமனியில் குருதியின் பாயும் வேகம் மிகுதியாகும். தடை (ஆற்றலை) வலியை வெல்லத் தேவையான ஆற்றல் விரைவு வீதத்தைப் போன்று இருமடங்காதலால் குருதி குறுந்தமனியில் பாயும் வேகத்தைச் செலவழியும் ஆற்றலை உயர்த்துவதன்மூலம் மிகுதிப்படுத்த இயலும். குருதிக்கு ஆற்றலைச் செலுத்துவது இதயமே ஆதலால், குறுந்தமனியின் தடைவலி உயர்ந்ததால் இதயம் குருதிக்குச் செலுத்தும் உள்ளார்ந்த ஆற்றலும் உயரும். இந்த ஆற்றலின் உயர்வே தமனி அழுத்தம் மிகுவதற்குக் காரணமாகும். இச் செயல்களை நிகழ்த்த இதயம் மாற்றமில்லாத குருதி அளவை மிகுதியான வலிவுள்ள சுருக்கம் மூலம், உயர்ந்த தடைவலியை எதிர்த்துச் செலுத்துகிறது. ஆகவே, குருதிக் குழாய்கள் சுருக்கம், குறிப்பாக குறுந் தமனியின் சுருக்கம் தமனியின் அழுத்த உயர்வுக்கு வழிகோலுகிறது.

குறுந்தமனியின் புழை சுருங்குவதாலும், அதனுல் உயர்கின்ற தடை வலியினுலும், குறிப்பாக விரிதல் அழுத்தம் மிகுதியாகிறது. குறுந்தமனி வழியாகக் குருதி பாய்வதற்கான மிகும் தடைவலி இதயச் செயல் முறைகளை உயர்த்துவதால், சுருக்கல் அழுத்தமும் உயரும்.

வயிற்றறை உறுப்புகளின், குறைந்த அளவு தோலின் குறுந் தமனிகளினுடைய புழைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் தமனிகளின் தடைவலி மிகுதியாக உயரும். குறிப்பிடும் அளவு

வயிற்றறையின் சிறிய தமனிகள் விரிதல், மிகுதியான தமனியின் அழுத்தம் குறைவதற்குப் போதுமானதாகும் (50 மி.மீ. பாதரசம்) அழுத்தக் குறைவை இதயச் செயல் முறைகளை உயர்த்துவதன் மூலமோ, மற்ற உறுப்புகளின் தமனிகளைச் சுருக்குவதாலோ, ஈடு செய்ய இயலாது. மாறாக, வயிற்றறைக் குறுந்தமனிகளின் தடைவலி உயர்ந்தால், குருதி அழுத்தம் 200 மி.மீ. பாதரசம் (Hg.) அல்லது அதற்கும் மிகுதியாக உயரும். வயிற்றறையின் குறுந்தமனிகள் விரிவதால் மிகுதியான அளவு குருதி (மொத்த அளவில் $\frac{3}{4}$ பங்கு) வயிற்றறை உறுப்புகளுக்குள் சென்றுவிடும் உண்மையால் அந்த அழுத்தம் உயர்வதற்கான காரணத்தை விளக்கலாம்.

குருதி அளவின் மாறுதல்கள் குருதி அழுத்தத்தில் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் : மற்ற நிலைகளெல்லாம் ஒரே தன்மையில் இருக்கும்பொழுது, உயர்கின்ற குருதி அழுத்த அளவு, இதயத்தால் வெளிச் செலுத்தப்படும் குருதி அழுத்த அளவை உயர்த்துவதாலும், அதனாலே குருதி பாய்வதற்கான தடைவலி மிகுவதாலும் குருதிக் குழாய் அமைப்பில் குருதி அழுத்தம் உயர்கிறது. அதைப்போல் மற்றவை அனைத்தும் நிலையாக இருக்கும்போது, குருதியின் அளவு குறைந்தால், குருதி அழுத்தமும் குறையும்.

தந்துகிச் சிரைகளின் புழை அளவு மாறுதல்கள் தமனிக் குருதி அழுத்தத்தில் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் : குறுந் தமனிகளுடன் ஒப்பிடும்போது தந்துகிகளிலும், சிறைகளிலும் குருதி பாய்வதற்கான தடைவலி குறைவாகும். குழாய் அமைப்பின் இப்பகுதி குழாய்ப் புழைகளின் அளவில் உண்டாகும் மாறுதல்கள் அதனைத் தொடர்ந்து உயரும் மற்றக் குழாய்களின் தடைவலியால் இதயத்துக்குக் குருதி விரைவாகச் செலுத்தப்படுவதால் குருதி அழுத்தத்தைத் தீர்மானிக்கிறது. குறிப்பிடும் அளவு தந்துகி, சிரைகளின் விரிதல் குறிப்பிட்ட அளவு குருதித் தேக்கத்தை உண்டு பண்ணும். இதனால் குருதி அளவு குறைந்து இதயத்திற்குக் குறைவான குருதியே செல்வதால், குருதி அழுத்தம் குறைகிறது. இதற்கு மாறாக உடலின் பெரும்பகுதியில் தந்துகிகளும், சிரைகளும் சுருங்கினால், அவைகளிலிருந்து மிகுதியான குருதி பெரிய சிரைகட்கும், அவைகள் மூலம் இதயத்தை அடையவும் வழி செய்வதால்,மற்றவைகளெல்லாம் நிலையாக இருக்கும்பொழுது, குருதி அழுத்தம் இதயத்துக்குச் செல்லும் குருதி அளவு முன்பிருந்த நிலையை யடையும்வரை உயர்கிறது.

குருதியின் குழைம நிலை குருதி அழுத்தத்தில் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் : குருதியின் குழைம நிலை உயரும் அளவு குழாய்களின் சுவர்களை எதிர்த்து அதன் உராயும் வலிவு மிகுவதால் குருதி பாய்வதற்கான தடைவலியும் உயர்கிறது. ஆகவே, மற்ற தன்மைகள் நிலைத்திருக்கும்போது, குருதியின் குழைம நிலை உயரும்பொழுது, குருதி அழுத்தமும் உயர்கிறது. செவ்வணுக்களின் கொள்ளளவு மிகுதியானால், அதைப் பொறுத்து குருதியின் குழைம நிலையும் உயரும். பொதுவாகக் குருதியின் குழைமநிலை குறிப்பிடும் அளவு மாறுத தன்மையுடையதாதலால் குருதி அழுத்தத்தைத் தீர்மானிக்கும் பிற மூலக் கூறுகளில், குருதியின் குழைமநிலை மாறுபாடுகள் இரண்டாந்தரப் பங்கே வகிக்கின்றன. சில நோயியல் நிலைகளில் குழைமநிலை உயர்வு மிக இன்றியமையாதது.

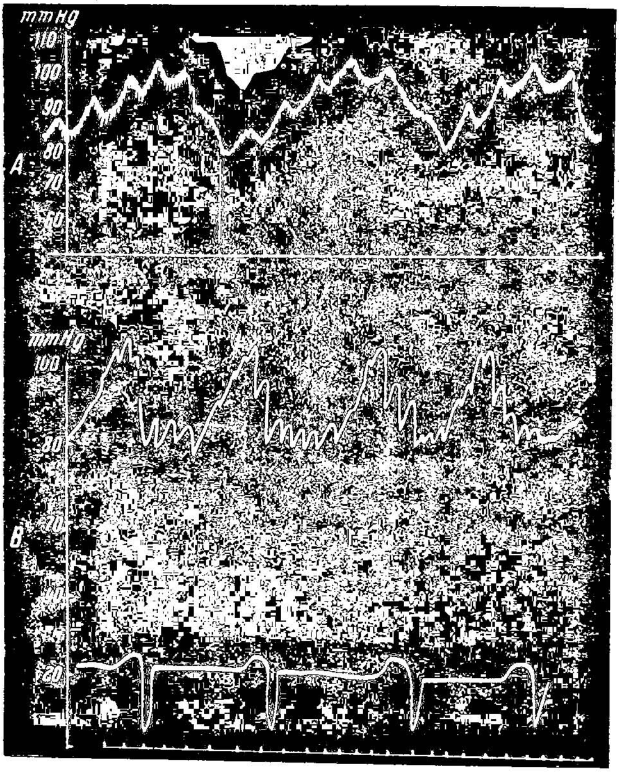
தமனிக் குருதி அழுத்தத்தில் மாறுபாடுகள்

தமனிக் குருதி அழுத்தத்தின் பதிவு வரைபடம் (படம் 46உம், 51உம்) நாடி அழுத்த வேறுபாட்டுடன் (முதல் ஒழுங்கு அலைகள்) உயிர்த்தலுடன் தொடர்பான மாறுபாடுகளையும் (இரண்டாவது ஒழுங்கு அலைகள்) காட்டுகிறது. குருதி அழுத்தம் ஒவ்வொரு உள் உயிர்த்தலின்போதும் சிறிதளவு உயர்கிறது; வெளி உயிர்த்தலில் சிறிது குறைகிறது. உயிர்த்தலின் அலைகள் குருதி அழுத்த வரைபடம்மீது அமைவதற்குப் பலவேறு காரணங்கள் உண்டு. உள் உயிர்த்தலின்போது இதயத்துக்குள் மிகுதியான குருதி பாய்வதும், அதனல் இதயம் முடுக்கப்படுவதும், தூண்டப்பட்ட உயிர்த்தல் மையம் குழாய்களுக்கு நரம்பூட்டும் நரம்புகளைத் தாக்குவதன் மூலம் குறுந்தமனிகளைச் சுருக்குவதும் அக் காரணங்களில் சிலவாகும்.

மிகப் பெரிய உயிர்த்தல் அலைகளைச் சிலபோழ்து குருதி அழுத்த வரைபடத்தின்மீது காணலாம். உயிர்த்தல் மையம் வலுவாகத் தூண்டப்படுவதனுல் நிகழும் மெல்லிய பிறழ்நிலை உயிர்த்தலே இந்த அலைகளுக்குக் காரணமாகும்.

சில நேரங்களில் குருதி அழுத்த வரைபடம் குறைவேக அலைகளைப் பல உயிர்த்தல் அலைகளுடன் காட்டும். இவ் வலைகள் குருதிக் குழாய்களின் அகலத்தை இயக்கும் உயிர்த்தல் மையங்களைத் தழுவி இருக்கின்றன. போதுமான அளவு குருதி அலை மூளைக்குச் செல்லாதபோதும், மண்டை உள் அழுத்தம் உயரும்போதும் இவ்வலைகள் தோன்றினுலும்,

பெருமூளைப் புறணியின் செயல்முறை மாறுபாடுகளிலும் இவை தோன்றும்.



படம் 51. A. விளக்கமாகப் பார்க்க இயலும் நாடி அலைகளுடன் கூடிய குருதி அழுத்த வரைபடம். உயிர்த்தல் அலைகள் ஒவ்வொன்றும் 10—12 நாடி அலைகளை உள்ளடக்குகின்றன. B. பெருமூளையை முகுளத் தண்டிலிருந்தும், முதுகுத் தண்டிலிருந்தும் பிரிக்கப்பட்டபின் குருதி அழுத்த வரைபடம். தெளிவறு நரம்பு துண்டிக்கப்பட்டுவிட்டது. வழக்கமற்ற அடிக்கடியான உயிர்த்தல் முறையின் அசைவுகள், உயரும் குருதி அழுத்த அலைகளின் பின்னணியில் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

சிரைகளில் குருதி பாய்தலும், அதன் குருதி அழுத்தமும்

குருதி உயர்ந்த அழுத்தப் பகுதியிலிருந்து குறைந்த அழுத்தப் பகுதிக்குமட்டுமே பாயும். சிரை அமைப்பு தொடங்கும் தந்துகிகட்கு அருகாமையில் அதன் அழுத்தம் 80 முதல் 200 மி.மீ.-க்கு (நீர்-H_2O) இடையில் வேறுபடுகிறது.

சிரைகளின் அழுத்தம், தமனிகளில் அழுத்தம் அளக்கப் பயன்படுத்தும் அதே அழுத்த அளவையைப் பயன்படுத்தி அளக்கப்பட்டாலும், சிரைகளில் அழுத்தம் குறைவாக இருப்பதால், அழுத்த அளவை பாதரசத்துக்கு மாற்ருகத் தண்ணீரால் நிரப்பப்படுகிறது. மனிதரில் சிரைகளின் அழுத்தத்தை அழுத்த அளவையுடன் இணைக்கப்பட்ட நீர்மையால் நிரப்பப்பட்ட குழாயின் முனையிலுள்ள ஊசியைத் தோலின் வழியாக ஏதாவதொரு மேற்புறத்தில் அமைந்துள்ள சிரையினுள், வழக்கமாக முழங்கைச் சிரையினுள் செலுத்துவதனுல் எளிதாக அளக்கலாம்.

சிரை அமைப்புத் தொடக்கத்திலுள்ள சிறு நேர்முக அழுத்தம் தந்துகிகளிலும், குறுந்தமனிகளிலும் பாயும் பொழுது உராய்தலினுல் ஏற்படுகிற தடை வலியை வெல்லச் செலவழிக்கப்படாத, இதயச் செயல் முறைகளால் குருதிக்குத் தரப்பட்ட இயக்க வலிமையாகும். சிரைகளின் வழியாகக் குருதி பாய இன்றியமையாத மூலக் கூருக இருக்கிற இந்த அழுத்த வலிவு 'செலுத்தும் வலிவு' (driving force) என்றழைக்கப்படும்.

இதயத்துக்குள் குருதி பாய்வதை எளிதாக்கும் மெல்லிய சுவர்களுடைய சிரைகளின், வலது மேலறையின் வழியாகச் செலுத்தப்படும் நெஞ்சறை எதிர்முக அழுத்தம் இரண்டாவது மூலக்கூருகும். இந் நிகழ்முறைக்கான காரணங்களை உயிர்த்தல் அமைப்பில் விரிவாகக் காணலாம். நெஞ்சறையில் சிரைகளின் அழுத்தம், விண்வெளி அழுத்தத்தைவிட, உள் உயிர்த்தலின்போது 4 முதல் 7 மி.மீ. பா-ம்.(Hg.) குறைகிறது. வெளி உயிர்த்தலின்போது 3 முதல் 5 மி.மீ. பா-ம். (Hg) குறைகிறது. இந்த மாறுபட்ட அழுத்தங்களினுல், தொடக்க சிரை அமைப்பின் அழுத்தமும், சிரைகள் இதயத்துக்குள் நுழையும் இடத்திலுள்ள அழுத்தமும் வேறுபட்டு, இடையிலுள்ள அழுத்தம் உயர்வதால் இதயத்துள் குருதி பாய்வதை எளிதாக்குகிறது.

குருதியை இதயத்தை நோக்கிப் பாய வயப்படுத்தும் மூன்ருவது மூலக்கூறு இயக்கு தசைகளின் செயல் முறைகளாகும். தசைகளின் இடையில் செல்லும் மெல்லிய சுவர்களையுடைய சிரைகளை இயக்கு தசைகள் சுருங்கும் பொழுது சேர்த்தழுத்துவதை ஃகார்வி முதலில் கண்டறிந்தார். இயக்கு தசைகளின் சுருங்குதலால் உயரும் சிரைகளின் அழுத்தத்

தாலும், சிரைகளிலுள்ள தடுக்கிதழ் தந்துகிகளை நோக்கிக் குருதி பாய்வதைத் தடுப்பதாலும் குருதி இதயத்தை நோக்கி அழுத்தப்படுகின்றது. எப்படியாயினும் சிரைகளில் விட்டு விட்டுக் குருதி நிறைந்து வெளிச்செல்ல வேண்டுவது இன்றியமையாததாதலால் தசைகளின் சுருங்குதலும், விரிதலும் மாறி இயங்கும்பொழுதுதான் சுற்றோட்ட அமைப்பை வயப்படுத்த இயலும். ஆகவேதான் நிற்கும் பொழுதைவிட நடக்கும்பொழுது தசைகளில் இருந்து குருதி இதயத்துக்குச் செல்வதற்கான நிலைகளை உயர்த்துகிறது.

உயிர்த்தலின்போது ஈரல்தாங்கி வயிற்றறை உறுப்புகளின் மீது செலுத்தும் அழுத்தம் சிரைக் குருதி ஓட்டத்துக்குச் சிறிது இன்றியமையாததாகும். உள் உயிர்த்தலின்போது தாழும் ஈரல் தாங்கி வயிற்றறை உறுப்புகளை அழுத்தி, அவைகளிலிருந்து குடல்-கல்லீரல் சிரைக்குள்ளும், அவ் வமைப்பிலிருந்து பெருஞ் சிரைகளுக்குள்ளும் செலுத்துகிறது. உள் உயிர்த்தலின்போது, நெஞ்சறைச் சிரைகளின் முழுமையான அழுத்தக் குறைவும், குருதி இதயத்துக்குள் பாய்வதை உயர்த்துவதில் உதவி புரிகிறது.

உடல் செங்குத்து நிலையில் இருக்கும்பொழுது, இதயத் துக்குக் கீழே அமைந்திருக்கும் அனைத்துக் குருதிக் குழாய்ச் சுவர்களும்-குருதிப் புவியீர்ப்பு விசையான நீர்நிலை அழுத் தத்தால் தாக்கப்படுகின்றன. இவ் வழுத்தம் இதயத்துக்குக் கீழேயுள்ள குருதிக் குழாய்களில் குருதி பெருகவும், அவைகள், குறிப்பாகத் தமனிகளைவிடச் சிரைகள் விரியவும் வழிகோலு கின்றன. குழாய்ச் சுவர்களிலுள்ள தசைகளின் சுருக்கத்தால் குறிப்பிடும் அளவு குருதிப் பெருக்கத்தைத் தவிர்க்கின்றன. உடல் செங்குத்து நிலையில் இருக்கும்பொழுது, குழாய்ச் சுவர்களின் தசைகள், முழுதுமோ, பாதியளவோ சுற்றோட்டத்தை இயக்கவில்லையானல், கைகால்களின் சிரைகளிலும், வயிற்றறைச் சிரைகளிலும் மிகுதியான அளவு குருதி தேங்கும்.

சிரைகள் எளிதாக விரியும் தன்மையுள்ளதாதலால் அதில் நிரப்பப்பட்டிருக்கும் குருதியின் சிறு அழுத்த உயர்வுக்குக்கூட மிகுதியாக விரிகிறது. இத் தன்மையால் சிரையமைப்பு மாறுபட்ட குருதியைக் கொள்ளும் அளவுடையது; உடலி லுள்ள குருதியில் $\frac{2}{3}$ பகுதியை ஏற்கும் தன்மையுள்ளது.

சிரை அழுத்த அளவின் சிறப்பு : நடுத்தர அகலமுள்ள சிரைகளில் பொதுவான அழுத்தம் 60 முதல் 80 மி.மீ. நீராகும். இந்த அளவின் நிலைத்த தன்மை பொதுவான சுற்றோட்டத்துக்கு இன்றியமையாததாகும். சிரைஅழுத்த உயர்வு [கையிலுள்ள சிரைகளின் அழுத்தம் 200 முதல் 250 மி.மீ. நீர் (H_2O)வரை] தந்துகிகளின் அழுத்த உயர்வுக்கு வழிகோலும். இவ் வுயர்வு திசுக்களுக்குள் ஊடுருவும் நீரின் அளவை மிகுதியாக்கும் நிலைகளைத் தோற்றுவிப்பதன் மூலம், சிரை அழுத்தம் உயரும்பொழுது நிகழும் 'நீர்த் தேக்க'த்துக்கான காரணங்களை விளக்குகிறது. சிரை அழுத்தம் உயரும் நிலை சில நோய்களில், சான்றாக இதய 'மூவிதழ் போதாமை'யிலும், வலது கீழறை செயல் முறைகளின் வலிவு குறைவதனாலும் ஏற்படும்.

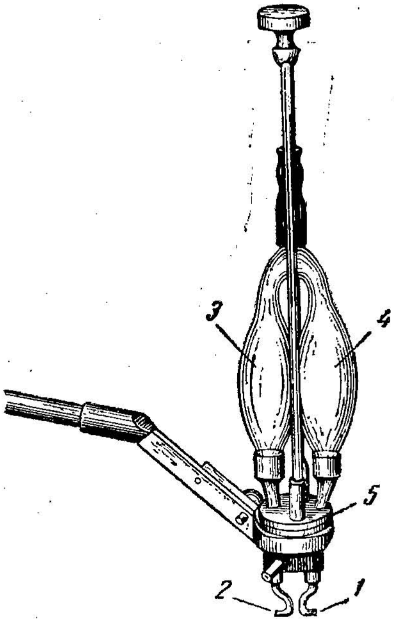
நடுத்தர அகலமுள்ள சிரைப்பகுதியில் குறையும் சிரை அழுத்தம் [10 முதல் 30 மி.மீ. நீர்-(H_2O)] வலது மேலறைக்கும், தந்துகிகட்கும் இடையில் உள்ள அழுத்த வேறுபாட்டைக் குறைக்க வழிகோலுகிறது. இதனால் இதயத்துக்குச் செல்லும் குருதி தடைப்படுத்தப்படுவதால் 'சிரைக் குருதித் தேக்கத்தை' —சிரைகள் மிகுதியாகக் குருதியால் நிரப்பப்படுவதை— ஏற்படுத்துகின்றன.

குருதி ஓட்டத்தின் விரைவு வீதம்

குருதி அமைப்பின் பலவேறு கிளைக் குழாய்களில் சுற்றோட்டம், குருதி அழுத்த இயல்புகளுடன் குருதி பாயும் விரைவு வீதத்தையும் கொண்டிருக்கிறது. குருதியோட்ட விரைவு வீதத்தை, நேரடியாக ஆய்வுகள்மூலம் விலங்கினங்களில்தான் கண்டுபிடிக்க இயலும் (படம் 52 முதன் முதலில் விரைவு வீதத்தை அளக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட உறுப்புகளின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது).

குருதி ஓட்டத்தின் விரைவு வீதத்தைக் கண்டுபிடிக்க உயர்ந்த அலைவுடைய மின்வலி ஒரு குழாயின் வழியாகப் பாய்ச்சப்படுகிறது. மற்ற நிலைகளெல்லாம் ஒரே தன்மையில் இருக்கும்போது, மின்வலியால் சூடாக்கப்பட்ட குழாயின் வெப்ப அளவு எவ்வளவு உயர்கிறதோ, அதைப் பொறுத்து அதில் பாயும் குருதியின் அளவு குறையும். மின்வலி பாய்ச்சப்பட்ட குழாய்ப் பகுதியில் ஓடும் குருதியின் வெப்பத்தை அளப்பதன் மூலம், சில அமைப்புகளின் புள்ளியியல்களைக் கொண்டு, அக் குழாய்ப் பகுதியில் எவ்வளவு குருதி ஓடியது என்பதை எளிதாக அளக்க இயலும். குருதியின்

வெப்ப அளவை, மின்னோட்ட அளவை அசைவின்மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம். இந்த அசைவுகள் அசையும் காகிதத்தில் நிழற் படமாகப் பதிப்பதன் மூலம் குருதி ஓட்ட விரைவு வீதத்தைப் பதியலாம். இவ்வமைப்பின் கூர்மைத் தன்மை, குறைந்த பருவத்திற்குள்ள குருதி பாயும் மாறுபாடுகளை, சான்றாக இதயச் சுழற்சியின் பல்வேறு நிலைகளின் குருதியோட்ட மாறுபாடுகளை, அறிய உதவுகிறது.



படம் 52. லுட்விக் கருவி

குழாய் 1 துண்டிக்கப்பட்ட தமனியின் அண்மைப் பகுதியிலும் குழாய் 2 அதன் செம்மைப் பகுதியிலும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஆய்வுத் தொடக்கத்தில் அமைப்பு 4, எண்ணெயாலும் அமைப்பு 3 உப்பு நீராலும் நிரப்பப்படுகின்றது. குருதி, அமைப்பு 4-ஐ நிரப்பும்போது அதிலுள்ள எண்ணெய் அமைப்பு 3-க்குச் சென்று, உப்பு நீர் தமனியின் சேய்மைப் பகுதியில் நுழைகின்றது. அமைப்பு 3 எண்ணெயால் நிரப்பப்படும்பொழுது, 3—4 ஆகியவை பொருத்தப்பட்டுள்ள அசையும் அமைப்பு 5 திரும்புவதால் அமைப்பு 4, குழாய் 2 உடனும், அமைப்பு 3, குழாய் 1 உடனும் தொடர்பு கொள்கின்றன. அமைப்பு 3, 4 இன் கொள்ளளவும், அமைப்பு 5 இன் அசையும் எண்ணிக்கையும் தெரிவதால், இதன் வழியாகப் பாய்ந்த குருதியின் அளவினை அறிய இயலும்.

குருதி ஓட்ட விரைவு வீதத்தையும், ஒரு குறிப்பிட்ட குழாயில் ஓடும் குருதி அளவையும் கண்டுபிடிப்பது எளிதன்று. கைகளால் குருதி கொள்ளளவைகளின் வேறுபாடுகள், அவை குருதியால் நிரப்பப்படுவதைப் பொறுத்துத் தீர்மானிக்கப் படுகிறது.

நுண்ணுருப் பெருக்கியால் ஒரு தனித்த செவ்வணு தந்துகியின் மூலம் செல்லும் விரைவு வீதத்தைப் பார்ப்பதன் மூலம், தந்துகிகளில் குருதியோட்ட விரைவு வீதத்தைக் கணக்கிடலாம்.

சுற்றோட்டக் காலம், ஒரு சொட்டுக் குருதி பொதுச் சுற்றோட்டத்தையும், நுரையீரல் சுற்றோட்டத்தையும்சுற்றிவர ஆகும் நேரத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. இந்தக் காலத்தைக் கீழே கூறியுள்ளவாறு கண்டுபிடிக்கலாம். ஊறு விளைவிக்காத சாயமோ, கதிரியக்க-இயைபிரிதுருவோ ஒரு சிரைக்குள்,

சான்றுக முழங்கைச் சிரைக்குள் உட்செலுத்தப்படுகிறது எனக் கொள்வோம். எதிர்ப் பக்கத்தில் அதே சிரையின் குருதியைத் தொடர்ச்சியாக எடுக்கும்பொழுது உட்செலுத்தப் பட்ட பொருளில் சிறிதளவு கிடைக்க ஆகும் காலத்தை அளப்பதன்மூலம், சுற்றோட்டக் காலத்தைக் கண்டு பிடிக்கலாம். உட்செலுத்தப்பட்ட பொருள் எதிர் சிரைக்கு வர வேண்டுமானல், அது உட்செலுத்தப்பட்ட இடத்திலிருந்து வலப்பகுதி இதயம், நுரையீரல்கள், இடப்பகுதி இதயத்தை அடைந்து இடது கீழறைமூலம் பொதுச் சுற்றோட்ட அமைப்பு முழுதும் கடந்து, இறுதியாக அவ் வெதிர்ச் சிரையை அடைந் திருக்கவேண்டும். அதாவது, அஃது உடலின் சுற்றோட்ட அமைப்பை முழுதும் கடந்திருக்கிறது என்பதாகும்.

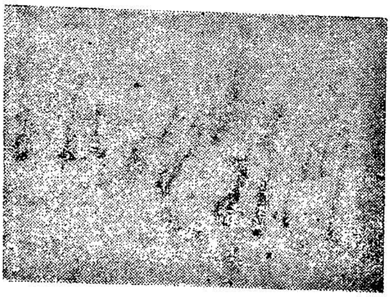
குருதிச் சுற்றோட்ட அமைப்பை முழுதும் கடக்க ஆகும் காலம் ஏறத்தாழ 25 நாடித் துடிப்புக் காலமாகும் [20 முதல் 25 விநாடிகள்]. துடிப்பு முடுக்கப்படும்பொழுது, அதன் வேகத்தைப் பொறுத்துக் கால அளவு குறைகிறது. குருதி இதயத்தையும், நுரையீரல் சுற்றோட்ட அமைப்பையும் கடக்க ஏறக்குறைய 10 முதல் 12 விநாடிகள் ஆகின்றன [சிரையி லிருந்து தமனிக்குச் செல்வதற்கு].

கழுத்துத் தமனிச் சுவர்களிலுள்ள ஏற்பிகளைத் தூண்டு வதன்மூலம் மறுவினைகளால் உயிர்த்தலில் மாறுபாடுகளை [ஆழமான உள் உயிர்த்தல்] விளைவிக்கும் ஆற்றலுடைய பொருட்களை உடலினுள் செலுத்துவதன் மூலம், குருதி ஓட்ட வீதத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். சான்றுக லோபிலின் (Lobeline) என்ற மருந்தை உட்செலுத்துவதற்கும், உயிர்த்தலில் மாறுபாடுகள் நிகழ்வதற்கும் இடைப்பட்ட காலத்தை அறிவதன்மூலம், குருதி முழங்கைச் சிரையிலிருந்து, இதயம், நுரையீரல் சுற்றோட்டம், இதய இடது பகுதிகளின் வழியாகக் கழுத்துத் தமனி ஏற்பிகள் அமைந்திருக்கும் பகுதிக்கும் ஊடுருவிச் செல்லத் தேவையான காலத்தை அறியலாம். குருதி பெரிய சிரைகள், தமனிகளின் வழியாக விரைவாகப் பாய்வதால், இப் பொருட்களைப் பயன்படுத்தி அறிந்த கால அளவு நுரையீரல் சுற்றோட்டத்தில் குருதி பாயும் விரைவு வீதத்தையே கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது. இம்முறை மூலம் மேலே கூறப்பட்ட தொலைவைக் குருதி கடக்க ஏறத்தாழ 12 விநாடிகள் ஆகின்றன என்று அறியப்பட்டது.

தந்துகிகளின் சுற்றோட்டம்

தந்துகிகளைத் தேர்ந்தாராய்தல்: தந்துகிகளைப்பற்றி ஆராய்வது என்பது நுண்ணுரு-உடலியங்கியல் ஆய்வுகள் மூலம் மிக நுண்ணிய பொருட்களைத் தேர்ந்தாராய்தலாகும். உடலுள் உறுப்புகளின் [சிறு நீரகங்கள், குடல், தசைகள், குடலுறை, மூளை] மேற் பகுதியிலுள்ள வாழும் திசுக்களில் நுண்பெருக்கியின் உதவியால் தந்துகிகளைப்பற்றி ஆராய இயலும். மனிதனின் தோல் தந்துகிகளையும், நகத் தந்துகிகளையும், நுண்ணுருப் பெருக்கி இல்லாமலேயே, மிகுதியான வெளிச்சத்தைக் கொண்டு கண்டாராய இயலும். சாயத்தால் நிரப்பப்பட்ட தந்துகிகளையுடைய செய்முறைத் திசுக்களைக் கொண்டு தந்துகிகளைத் தேர்ந்தாராய்வது இன்றியமையாத முறையாகும். செய்முறைத் திசுக்கள் கடினத் தன்மையாக்கும் முன் பல்வேறு செயல் முறைகளைக் கொண்டவைகளாகும்.

பொதுவாக, மறைமுகமான முறைகளே தந்துகி அழுத்தத்தை அளப்பதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடைகளுள்ள கண்ணாடித் தடையை நகத்தின்மீது வைத்து, நகத்தை வெண்மையடையச் செய்யும் தந்துகிகளின் அழுத்தத்துக்குச் சிறிது மிகுந்த எடையைக் கண்டு பிடிப்பதன் மூலம், தந்துகிகளின் அழுத்தம் அளவிடப்படுகிறது.

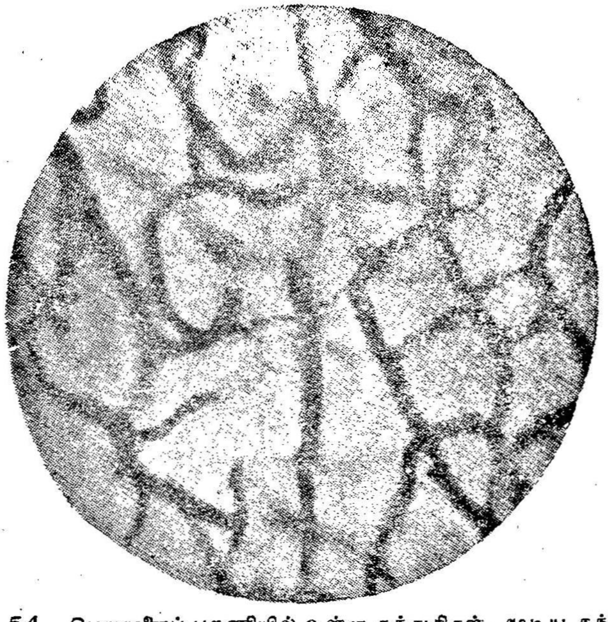


படம் 53. மனித நகப்படுகையில் உள்ள தந்துகிகள்

தந்துகிகளின் முன்-தந்துகிகளின் இயல்புகள்: தந்துகியின் நீளம் 0·2 முதல் 0·4 மி.மீ.-க்கு மேல் மிகாது. அதன் அகலம், அஃதாவது புழையின் குறுக்களவு ஏறத்தாழ 0·007 மி.மீ. ஆகும். இதனால் அதன் கொள்ளளவு மிகக் குறைவாகவும் மி. லிட்டரில் (பத்து) லட்சத்தில் ஒரு பகுதி அளவுடையதாகும். ஒருவினாடிக்கு 5 மி.மீ. குருதி வீதம், 1 மி.மீ.^{3} குருதி ஒரு தந்துகி வழியாகப் பாய பல மணி நேரம் ஆகும். தந்துகிகளின் குறைந்த குருதியோட்ட வேகம், அவைகளின் மிகுதியான எண்ணிக்கையால் சமப்படுத்தப்படுகிறது [1 மி.மீ. செயல்படும் திசுவுக்கு 3,000 தந்துகிகள் வரை இருக்கும்].

ஒரே அடுக்கு உள்ளுறை நுண்ணியங்களால் ஆன சுவர்களையுடைய தந்துகிகள், முன் தந்துகிகள் என்றழைக்கப்படும் மிகச் சிறிய குருந் தமனிகளிருந்து தொடங்குகின்றன. முன் தந்துகிகளின், அதாவது குறுந்தமனி இறுதிக் கிளைகளின் சுவர்கள் இன்னும் சிறிதளவு தசை நார்களைக் கொண்டிருக்கின்றன.

உண்மைத் தந்துகிகள், முன் தந்துகிகளில் தொடங்கி, மற்றொரு முன் தந்துகி அல்லது சிரைக்குள் செல்லும் கண்ணிகளை உருவாக்கும். முன் தந்துகிகளிலிருந்து தந்துகிகள் தொடங்கும் முனைகளில் அடிக்கடி முன் தந்துகி ‘சுரிதசை வளையம்’(Sphincter)என்றழைக்கப்படும். பரிவு நரம்பூட்டங்களையுடைய வட்ட வடிவச் சுருங்கு தசைக் கூட்டமைப்பு இருக்கும். முன் தந்துகி ‘சுரிதசை வளையம்’ சுருங்கலினால் அதன் தொடர்புடைய தந்துகிகளுக்குக் குருதி செல்லாமல் தடுக்க இயலும்.



படம் 54, பெருமூளைப் புறணியில் உள்ள தந்துகிகள். மூடிய தந்துகி நடுவில் காணப்படுகின்றது [கொலொசொவ்சுகி].

முன் தந்துகிக் குறுந் தமனியிலும், தந்துகி தொடங்கும் முனையைச் சுற்றியிருக்கும் சுரிதசை வளையத்திலும் பல்வேறு

வெளிச்செல் நரம்புகளின் நுனிகளைக் காணலாம். சில நூலிய லாளர்கள் தந்துகிகளின் சுவர்களினுல் வெளிச்செல் நரம்புகளின் நுனிகள் இருப்பதை மறுக்கின்றனர். ஆனுல், தந்துகிகளைச் சுற்றியுள்ள திசுக்களில் முடியும் வெளிச்செல் நரம்பின் நுனிகள் தந்துகிச் சுவர்களில் உள்ளன என்று உறுதியாக நிலைநிறுத்தப்பட்டிருக்கிறது [முதன்மையாக இலாவ்ரென்டிவிசு, அவரது குழுவினரால்].

தந்துகிகளின் சுவர்கள் ஓர் அடுக்கு உள்ளுறை நுண்ணியங்களாலும், அந் நுண்ணியங்களின் இடைவெளிகளை நிரப்பும் நுண்ணிய இடைப் பொருளான இணைப்புப் பொருளாலும் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த இணைப்புப் பொருள் தொடர்ச்சியாகத் தந்துகிச் சுவர்களின் உள்ளுறை நுண்ணியங்களால் புதுப்பிக்கப்படுகின்றது. தந்துகிச் சுவர்களின் ஊடுருவல் தன்மைக்கு முதன்மையாகத் தந்துகிச் சுவரின் நுண்ணிய இடைப் பொருளான இணைப்புப் பொருள் காரணமாகும் எனத் தற்காலத்தில் அறியப்பட்டுள்ளது.

தந்துகிச் சுவர்களின் ஊடுருவல் தன்மையை வயப் படுத்தும் நேரடி நரம்புத் தொடர்கள் இருக்கவேண்டுமெனக் கருதுவது பொருத்தமுடையதாகும். குடல் ஏற்பிகள் மறுவினை மூலம் நுரையீரல் தமனித் தந்துகிகளையும், நுரையீரல் காற்று நுண்ணறைச் சுவருமுடைய காற்று நுண்அறைத் தடுக்கின் ஊடுருவல் தன்மையை வயப்படுத்துகின்றன என்ற உண்மையைத் தவிர வேறு ஆய்வுப் புள்ளியியல்கள் நரம்பு வயத்தன்மையை நிலைநிறுத்தவில்லை.

தந்துகிகளின் சுருங்குதல் தன்மைகள்: தந்துகிகள் சுருங்கி விரியும் தன்மையுள்ளனவாதலால் தந்துகியின் புழை முழுதுமாக மூடப்படும், சுருக்கப்படும் அல்லது விரிவடையும். கிராக் (Krogh)ஐப் பொறுத்தவரை கினி-பன்றியின் ஓய்வி லிருக்கும் தசை ஒவ்வொரு 1 மி. மீ.^{3}-க்கு 100 முதல் 200 தந்துகிகளை மட்டுமே உடையதாயிருக்கும். அத் தசை வலிவான செயல்முறைகளி லிருக்கும்பொழுது திறந்துள்ள தந்துகிகளின் எண்ணிக்கை 1 மி.மீ.^{3}-க்கு 3,000-க்கும் மிகுதி யாகும். அதுபோழ்து தந்துகிகளின் மொத்தக் கொள்ளளவு தசையின் கொள்ளளவில் 10 விழுக்காடாக உயரும். தவளையின் ஓய்விலுள்ள தசையில் ஒரு தந்துகிக்கும், மற்ரெரு தந்து கிக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு 0·8 மி.மீ.வரை இருக்கும். அதே போழ்து செயலாற்றுகின்ற தசைகளில் இந்த இடை வெளி 0·06 மி.மீ. முதல் 0·1 மி.மீ. வரையாகக் குறைகிறது.

இதிலிருந்து திசுக்களுக்கு ஊட்டும் தந்துகிகளின் செயல் முறைகள் திசுக்களின் நிலையைப் பொறுத்து மாறுவதை அறியலாம். திசுக்களில் வளர்சிதை மாற்றங்கள் எவ்வளவு உயர்கிறதோ அதைப் பொறுத்துத் திறந்துள்ள தந்துகிகளின் எண்ணிக்கையும், அவை குருதியையும் திசுக்களையும் இணைக்கும் பரப்பும் மிகுதியாகும்.

தந்துகிகளின் சுருங்கி விரிதலைப்பற்றி ஆராயும் பெரும்பாலான தேர்ந்தறிவாளர்கள், தந்துகிகளின் சுவர்களுக்குத் தனித்துச் சுருங்கி விரியும் ஆற்றல் உள்ளது என்ற கருத்தை வலியுறுத்துகின்றனர். தந்துகிப் புழைகளின் குருதியைக் கொண்டுவரும் குறுந் தமனிகளின் அழுத்த மாறுபாடுகளைத் தவிர்த்து, தனித்து மாறுபடும் இயல்பையு முடையது எனச் செய்முறை ஆய்வுகளால் விளக்கப்பட்டிருக்கிறது. தந்துகிப் புழையின் மாறுபாடுகளை, அதற்குக் குருதி ஊட்டும் தமனிகளைக் கட்டிய பின்பும் காண இயலும். இதைத் தவிர தமனியின் அழுத்தத்தைச் செயற்கையாக வழக்கமான அழுத்தத்துக்குமேல் 50 மி.மீ. வரை உயர்த்தினாலும், மூடிய தந்துகிகள் துடிப்பதில்லை. ஆகவே, இன்னும் அறிய இயலாத மூலக் கூறுகளின் வயத் தன்மையால் குருதி அழுத்தத்தைத் தவிர்த்துத் தந்துகிச் சுவர்கள் சுருங்கி விரியும் தன்மையுள்ளன எனக் கருதவேண்டி யிருக்கிறது.

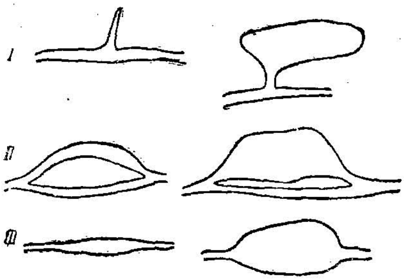
சில தேர்ந்தறிவாளர்கள் தந்துகிச் சுவர்களின் வெளிப் பகுதிகளில், சில இடங்களில் அமைந்திருக்கும் கிளை இராட் நுண்ணியங்கள் என்றழைக்கப்படும் நுண்ணியங்களின் சுருங்குதல்களினால்தான் தந்துகிகள் மூடுகின்றன என நம்புகின்றனர். மேலும் உள்ளுறை நுண்ணியங்களின் சுருங்குதலும், அவைகளின் வீங்குதலும் தந்துகிப் புழைகளை மூடும் ஆற்றலுடையன ; முன் தந்துகிகளின் சுரிதசை வளையம் சுருங்குதலும், விரிதலும்கூடத் தந்துகிகள் திறப்பதிலும், மூடுவதிலும் இன்றியமையாப் பங்கேற்கின்றன.

முன் தந்துகிகள் மாறி மாறி லயமாகச் சுருங்கி விரியும் தன்மையுடையன ; ஓய்வாக இருக்கும் தசைகளில் பெரும்பாலும் சுருங்கி யிருக்கும் திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றங்கள் மிகும்பொழுது முன் தந்துகிகள் விரிதல் பருவம் நீடித்து அதுவரை மூடப்பட்டிருந்த முன் தந்துகி சுரிதசை வளையமும் திறக்கப்படும். இந் நிகழ்வுகளின் கட்டுப்பாட்டுத் தன்மையைப்பற்றி மேலும் ஆய்வுகள் தேவை.

உடலின் குருதிச் சேமிப்பு நிலையங்கள்

குழாயமைப்பின் குருதி முழுதுமே சுற்றோட்டத்தில் பங்கேற்பதில்லை. படம் 55-ல் மேலுள்ள படம் குருதிக் குழாயிலிருந்து விரிதல் தன்மையுடைய பக்கவாட்டு ஒருபுற வழியுள்ள குழாய்ப் பை தோன்றுவதைக் காட்டுகிறது. இப் பை விரிதலின்போது ஒரு குறிப்பிடும் அளவு குருதியைத் தேக்குகிறது. இப்பை சுருங்கும்வரை தேக்கப்பட்ட குருதி சுற்றோட்டத்தில் கலந்துகொள்ள இயலாது.

மண்ணீரலில் குருதிச் சேமிப்பு பாட்கின் (Botkin): முதலில் விளக்கிய குறிப்பிடும் அளவு குருதியைத் தேக்கும் மண்ணீரலின் குருதிக் குழாய் அமைப்பு மேலே கூறிய அமைப்பைஒக்கும். பார்கிராப்ஃட் (Barcroft) நாயின் குருதி மொத்த அளவில் 10 முதல் 20 விழுக்காடு வரை அதன் மண்ணீரலில் தேக்கப்படுவதை விளக்கினர் [மனிதரில் 8 முதல் 12 விழுக்காடு குருதி தேக்கப்படுகிறது]. இவ்வாருக, குருதி மிகுதியாக நிரப்பப்படுவதால் மண்ணீரலின் பருமன் பெரிதாகிறது. இப் பருமன் மாறுபாடுகளை மண்ணீரலைத் தோலின் அடிப்பாகத்துக்குக் கொண்டுவருவதன் மூலமோ தோலைக் கிழித்து அதை வெளிக் கொணர்வதன் மூலமோ அளக்க இயலும்.



படம் 55. மூன்று வகை குருதிச் சேமிப்பிடங்களைக் காட்டும் படம்

மண்ணீரலின் இயங்கு தசை விரியும்போது குருதி அதன் விரிந்த குழாய்களில்—இடைவெளியில் (lacunae) தங்கும். ஆனல் அத் தசை சுருங்கும்பொழுது குருதி பொதுச் சுற்றோட்டத்தினுள் செலுத்தப்படுகிறது. நோவிலும் (pain) தசைப்பணிகளின்போதும், 'உயிரியம் போதாமை'யிலும், உயர்ந்த வெப்பத்தின்போதும் மண்ணீரலின் தசைகள் மறுவினைகளால் சுருங்கும். கட்டுப்பாட்டு மறுவினை வளர்ச்சியால் தசைப் பணிகளின்போதும் நோவிலும் கொடுக்கப்பட்ட பல பொருட்கள் மண்ணீரலைச் சுருங்கச் செய்யும் ஆற்றல் உள்ளவை [பிகாவ் (Bykov)].

மண்ணீரலின் குருதிச் சேமிப்புப் பணியின் ஆற்றலை, அதில் தேக்கப்படும் குருதி சுற்றோட்டத்திலிருந்து முழுதுமாக ஒதுக்கப்படுவதிலிருந்தும், உயிர்த்தலின் உள்ளிழுக்கப்பட்ட கரி ஓர் உயிரியை (CO) 30 நிமிடங்களுக்குப் பிறகும் அக் குருதியை அடையாத நிலையில் தேக்கப்பட்ட குருதி பொதுச் சுற்றோட்டத்துடன் கலக்காததிலிருந்தும் நன்கு விளங்கும். குருதி அளவை சுற்றோட்டத்திலுள்ள குருதியை மட்டும் அளக்குமே யன்றி, சேமிக்கப்பட்ட குருதியின் அளவைக் குறிக்காது. சேமிக்கப்பட்ட குருதியில் பிசிதம் குறைவாக (Plasma) இருப்பதால் சுற்றோட்டக் குருதியைவிட 20 முதல் 40 விழுக்காடு செவ்வணுக்களின் அளவு மிகுந்திருக்கும்.

கல்லீரலிலும், நுரையீரலிலும் குருதிச் சேமிப்பு : கல்லீரலில் உள்ள குருதி பொதுச் சுற்றோட்டத்திலிருந்து ஒதுக்கப்படவில்லையாறுலும் கல்லீரலைக் குருதிச் சேமிப்பு நிலையமாகக் கருதலாம். கல்லீரலின் சிரைகள் சுருங்கும் பொழுது அதிலிருந்து வெளிச்செல்லும் குருதியைவிட உட் செல்லும் குருதி மிகுதியாகும் நிலையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த மிகுதியான அளவு குருதி விரிந்த அதன் குருதிக் குழாய்களில் தேக்கி வைக்கப்படுகிறது. படம் 55-ல் கீழுள்ள படம் இந்தக் குருதிச் சேமிப்பு அமைப்பை விளக்குகிறது.

இதே நிலைகள் நுரையீரல்களிலும் ஏற்படும். கல்லீரலைப் போலவே நுரையீரல்களிலும், அதன் குருதிக் குழாய்களின் விரிதல் மாறுபாடுகளைப் பொறுத்து வேறுபடும் அளவில் குருதியைத் தேக்கும்.

தோலின் குருதிச் சேமிப்பு : குறிப்பிடும் அளவு பொதுச் சுற்றோட்டத்திலிருந்து முழுதுமாக ஒதுக்கப்படாத குருதிச் சேமிப்பு தோல், குருதிக் குழாய்கள் விரிதலினுல் ஏற்படு கின்றது. ஒதுக்கப்படும் இக் குருதி தேக்கப்பட்டு, தந்துகி களின் வழியாக மட்டுமே குருதி பொதுச் சுற்றோட்டத்துக்குள் பாய்வதால் ஒரு 'குறுகிய சுற்றுக' அமைகிறது. தோலின் சில பகுதிகளில் காணப்படுகின்ற தமனிச் சிரைப் பின்னல்கள் விரிதலின்மூலம் குறிப்பிடும் அளவு குருதித் தேக்கத்துக்கு வழிகோலுகிறது. இந்தக் குருதிக் குழாய்களின் பின்னல்கள் விரிவடைதலால் சிறிதளவு குறுதியைச் சுற்றோட்டத்திலிருந்து தற்காலிகமாக ஒதுக்குவதற்கு வழிகோலுகிறது. பலர் செங்குத்தாக நிற்கும்பொழுது கைகால் தோலின் குழாய்ப் பின்னல்களுக்குள் குருதி சென்றுவிடுவதுதான் அவர்கள் குருதி அழுத்தம் குறைவதன் காரணமாகும்.

16. குருதிக் குழாய்களின் உரத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் நுட்பமுறை

குழாய் அமைப்பின் பல்வேறு கிளைகளில் குருதி பாய்வதை முடிவு செய்யும் நிலைகளை அறிந்த பின்பு, குருதி அழுத்தத்தையும், பல்வேறு உறுப்புக்களுக்குச் செல்லும் குருதி அளவையும் கட்டுப்படுத்தும் நுட்ப முறைகளைப்பற்றி ஆராய்வது இன்றியமையாததாகும். இந்த நுட்பமுறை குழாய் அமைப்பினுடைய பல்வேறு கிளைகளின் அகலத்தை— முதன்மையாக செகனேவால் (Sechenov) குழாய் அமைப்பின் அடைப்பான்கள் என்றழைக்கப்பட்ட குறுந் தமனிகளின் அகலத்தை உள்ளடக்குகிறது.

குருதிக் குழாய்களின் உரம்

அனைத்துக் குருதிக் குழாய்களின் புழைகள், இயங்கு தசைகளின் நிலைகளாலும், தந்துகிகளின் புழைகள் அதன் உள்ளுறை நுண்ணியங்களின் நிலைகளாலும், முன் தந்துகிகளின் 'சுரிதசை வளையங்களின்' இயங்கு தசைகளின் நிலைகளாலும் இயக்கப்படுகின்றன.

பெரிய தமனிச் சுவர்களின் [பெருந்தமனி, பெயரிலாத் தமனி] தசை மூலப் பொருட்கள், மீள் தன்மைத் திசுவுடன் ஒப்பிடும்போது குறைந்த அளவு உடையதாகும். அவற்றை விடக் குறைந்த குறுக்களவுள்ள தமனிச் சுவர்களில் அவற்றின் மொத்த தடிப்புடன் ஒப்பிடும்போது தசை மூலகங்கள் மிகுதியாக இருக்கும். அதேபோல் குறுந் தமனிகளில் தசைத் திசுவே முழுதுமாக அதன் சுவர்களை அமைக்கிறது. குருதிக் குழாய்களின் பெரும்பாலான இயங்கு தசை வட்டவடிவ நார்களால் உருவாகியிருக்கிறது.

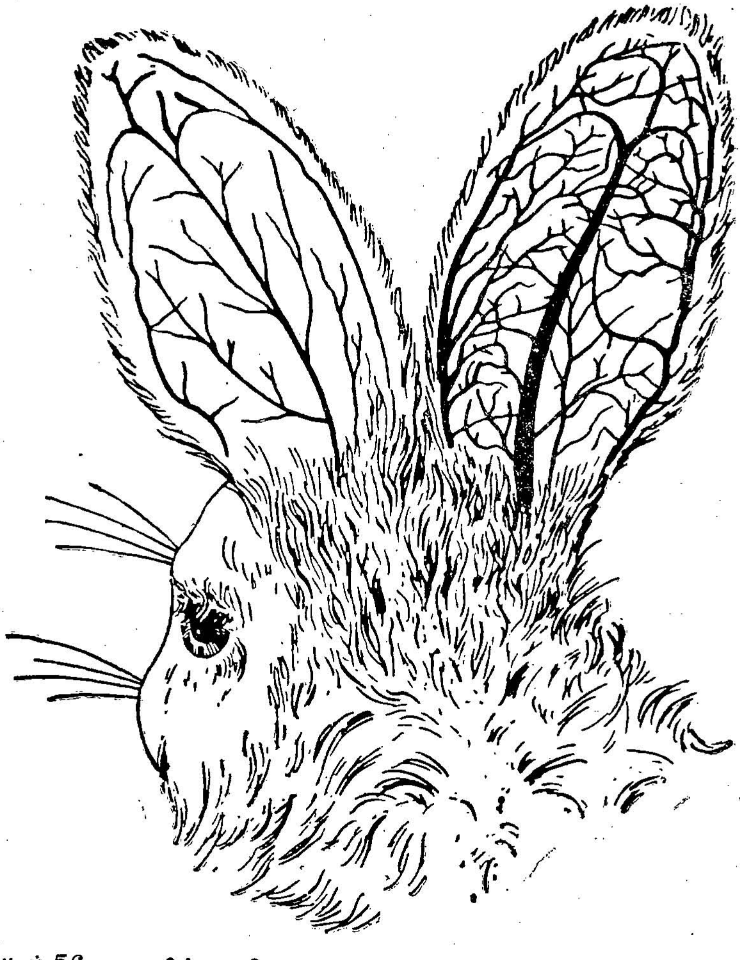
நிலைத்த சுருங்குதலும், அழுத்தம் தருதலும் இயங்கு தசைகளின் தனிச் சிறப்பியல்புகளாகும். தசையின் அயர்ச்சிக் குறிகளற்ற நிலைத்த அழுத்த நிலை அத் தசையின் 'உரம்' எனப்படும். குருதிக் குழாய்களின் வளைய இயங்கு தசையின் உரம் உயர்ந்தால் அதன் புழை சிறுக்கும்; குழாயினுள் இருக்கும் குறிப்பிடுமளவு அழுத்தம்கூட அதன் தசைகளை நீட்டிக்கவோ, அறிந்துகொள்ளும் அளவு அதை விரியச் செய்யவோ இயலாது. இதற்கு மாறாக, தசை அமைப்பு உரம் குறைந்தால் குழாய்களின் புழை அகலமாகும்; உயரும் உள் அழுத்தம் குழாயை மேலும் விரிவடையச் செய்யும். இப்படியாகக் குறுந்தமனிப் புழையின் அளவு அதன் இயங்கு தசை அமைப்பின் உரத்தால் முடிவு செய்யப்படுகிறது.

குருதிக் குழாய்ச் சுருக்கு நரம்பு நார்கள்

பரிவு நரம்பு (இழைகள்) எல்லாக் குருதிக் குழாய்களுக்கும் சென்று, அவைகளை நடு நரம்பு மண்டலத்துடன் தொடர்பு படுத்துகின்றன. இந் நரம்பு நார்கள் நெஞ்சு, மேல் இடைப் பகுதி முதுகுத் தண்டு வட்டுக்களின் முன் அமைப்பு வேர்களிலிருந்து தோன்றிப் பரிவு நரம்பு முடிச்சுகளை யடைந்து, அதிலிருந்து நரம்பு முடிச்சுப் பின்னிழைகளின் வழியாகக் குருதிக் குழாய்களுக்குச் செல்கின்றன.

பரிவு நரம்பு இழைகளின் குழாய்ச் சுருக்க விளைவுகள்: பரிவு நரம்பு இழைகளின்மூலம் அனுப்பப்பட்ட தூண்டலைகள் சுற்றோட்ட அமைப்பின் பல்வேறு பகுதியிலுள்ள குருதிக் குழாய்களை, முதன்மையாகக் குருந் தமனிகளைச் சுருக்கும். 1842-ல் வால்தர் (Walther) என்பவர் பின்தொடை நரம்பின் பரிவு நரம்பு இழைகளைத் துண்டித்ததன் மூலம் தவளையின் பாதக் குருதிக் குழாய்கள் விரிவடைகின்றன எனக் கண்டார். பின்பு கழுத்தில் பரிவு நரம்பு துண்டிக்கப்பட்டால், தலையின் தோலும் காதுகளின் தோலும் சிவந்து, சூடாகும் தன்மை கண்டறியப்பட்டது. இதே ஆய்வில் தலையை நோக்கிச் செல்லும் துண்டிக்கப்பட்ட பரிவு நரம்பைத் தூண்டிய பொழுது, நரம்பு துண்டிக்கப்பட்டதால் சிவந்து சூடான தோல், வெளிறிக் குளிர்ந்த தன்மை அடைவதும் கண்டறியப் பட்டது. இந்த ஆய்வை, வெள்ளை முயலின் காதுக் குழாய்கள் அடையும் மாறுதல்களைப் பார்த்தும் செய்யலாம். இவ்வாறான ஆய்வைப் பயன்படுத்தித்தான் 1851-ல் கிளார்ட் பெர்னார்டு பரிவு நரம்பைத் துண்டிப்பதன்மூலமும் தூண்டுவதன்மூலமும் பாலூட்டிகளின் குருதிக் குழாய்கள் அடையும் மாறுதல்களைக்

கண்டுபிடித்தார். வால்தராலும், கிளார்டு பெர்னுட்டாலும் செய்யப்பட்ட இவ் வாய்வுகள் 'சுற்றேட்டக் கட்டுப்பாட்டுக் கோட்பாட்டிற்கு' அடித்தளம் அமைத்தன.

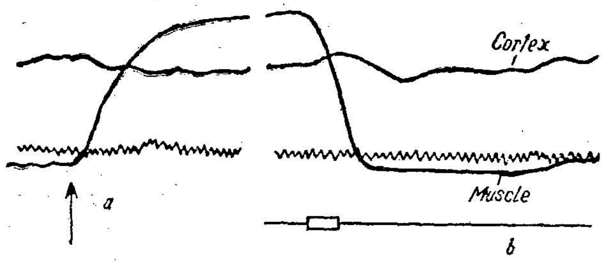


படம் 56. முயலின் காதிலுள்ள குருதிக் குழாய்கள்; பரிவு நரம்பிழைகள் துண்டிக்கப்பட்ட வலது காதுக் குழாய்கள் விரிவடைந்துள்ளன [கிளார்ட் பெர்னுர்டு]

தலைக்கு, வயிற்றறைக்கு அல்லது கைகால்களுக்குச் செல்லும் பரிவு நரம்புகள் துண்டிக்கப்பட்டால், நரம்பிழந்த குருதிக் குழாய்கள் விரிதலடைகின்றன. மாருக, இந் நரம்புகள்

தூண்டப்படும்பொழுது குழாய்கள் சுருங்குகின்றன. குடல் நரம்பு துண்டிக்கப்பட்டால் வயிற்றறையின் குருதிக் குழாய்கள் விரிதலடைவதால் குருதி அழுத்தம் குறையும். ஆனல், குடல் நரம்பு தூண்டப்பட்டால் வயிற்றறைகளின் குருதிக் குழாய்கள் சுருங்குவதனல் குருதி அழுத்தத்தை மிகுதியாக்குகின்றது. குழாய்ச் சுருக்குத் தூண்டலேகளைப் பரப்பும் நரம்புத் தண்டின் நரம்பு நுண்ணியங்களுடைய முதுகுத் தண்டின் சாம்பல் பருப்பொருள் தூண்டப்பட்டால் முன் கூறிய அதே விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன [பரிவு நரம்பு முடிச்சு முன் இழைகள்].

இந்த ஆய்வுகள்மூலம் பரிவு இழைகள் தோலினுடைய, வயிற்றறையிலிருக்கும் உறுப்புகளினிடையே குருதிக் குழாய்களைச் சுருக்குகின்றன என்பது தெளிவாகிறது. ஆகவே, இந் நரம்புகளைக் குருதிக் குழாய்களைச் சுருக்கும் நரம்பு அல்லது 'குருதிக் குழாய் இறுக்கிகள்' என்றழைக்கப்படுகின்றன. பரிவு நரம்பின் குருதிக் குழாய்ச் சுருக்கும் நரம்பிழைகள், பெரும்பாலான குறுந் தமனிகளின் வளையத் தசைகளின் தொடர்ந்த சுருக்குதலே உயர்த்தும் தூண்டலேகளைப் பரப்புகின்றன.



படம் 57. நாயின் கழுத்துப் பரிவு நரம்பு

(a) தூண்டப்பட்ட பொழுதும் (b) துண்டிக்கப்பட்ட பொழுதும் முகத்தசைகள் ஒன்றினுள் பாயும் குருதி அளவிலும் பெருமூளைப் புறணிக்குப் பாயும் குருதி அளவிலும் ஏற்பட்ட விளைவுகளை விளக்குகிறது.

கையின் குருதிக் குழாய்கள், கீழ்க் கழுத்து, மேல் நெஞ்சப் பகுதிகளின் பரிவு நரம்பு முடிச்சுகளிலிருந்து தோன்றும் நரம்பிழைகளால் நரம்பூட்டப்படுகின்றன. தலையின் குழாய்கள், கழுத்துப் பரிவு நரம்பு முடிச்சில் தோன்றும் நரம்பிழைகளால் நரம்பூட்டப்படுகின்றன. வயிற்றறைக் குழாய்கள், குடல் நரம்பின் இழைகளாலும், குடல் உறை நரம்பு முடிச்சுகளில் (Mesenteric ganglia) தோன்றும் நரம்பிழைகளாலும் நரம்பூட்டப்

படுகின்றன. கால்களின் குருதிக் குழாய்கள் நெஞ்சப் பகுதி 10, 11, 12 முடிச்சுகளிலிருந்தும், 1 முதல் 3 வரையுள்ள இடுப்பு மேல் பகுதி நரம்பு முடிச்சுகளிலிருந்தும் நரம்பிழைகளைப் பெறுகின்றன. வயிற்றறைக் குழாய்களின் பரிவு நரம்புக் குழாய்ச் சுருக்கு நரம்பிழைகள் குடல் நரம்புமூலம் செல்கின்றன. கை கால் குழாய்கட்கு நரம்புகள் இரு வழியாகச் செல்கின்றன. ஒரு வழி, குருதிக் குழாய்களின் சுவர்களின் மூலமும், மற்றொரு வழி பெரிய நரம்புகளின் அடித் தண்டு மூலமும் செல்கின்றன.

பரிவுநரம்பு நார்களின் குழாய்ச் சுருக்குச் செயல் முறைகள் தோல், வயிற்றறை உறுப்புகள், சிறு நீரகங்கள், மூளையுறைகள், நுரையீரல்கள் ஆகிய இவற்றின் குருதிக் குழாய்களின்மூலம் நன்கு விளங்கும். பரிவு நரம்புகள், செயல்புரியும் இயக்கு தசைகளின் குருதிக் குழாய்களை மிகுதியாகத் தாக்கா. பரிவு நரம்புகள் தூண்டப்பட்டால், இதயக் குருதிக் குழாய்கள் விரிவடைகின்றன.

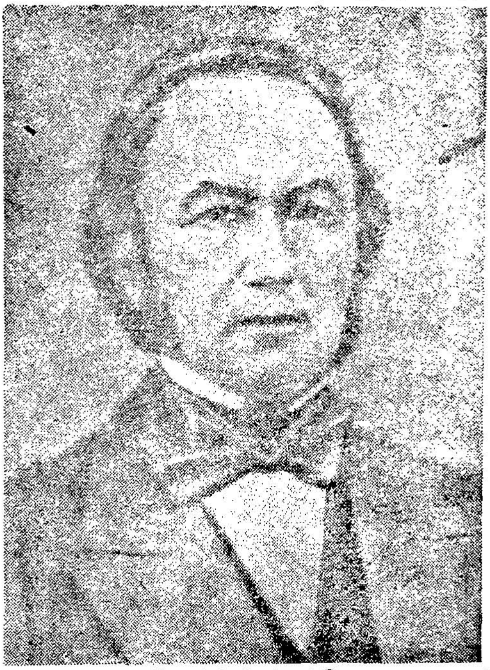
பரிவு நரம்புகள் தூண்டப்பட்டால், மறுவினையாகத் தந்துகிகளும் சுருங்குவதைக் காணலாம். ஆனால் தந்துகிகளின் நரம்பு துண்டிக்கப்பட்டால் அவைகள் நிலையற்ற விரிதலைக் காட்டுகின்றன. எப்படியாயினும் இதுவரை தந்துகிகளின் சிரைகளின் நரம்பூட்டல்பற்றிச் சிறிதளவே அறியப் பட்டுள்ளது.

குழாய்ச் சுருக்கு நரம்புகளின் உரம் : குழாய்ச் சுருக்குப் பரிவு நரம்பிழைகள் துண்டிக்கப்பட்டால், அவைகள் நரம்பூட்டும் குறுந் தமனிகளை விரிவடையச் செய்கின்றன. இதிலிருந்து இந் நரம்புகள் குருதிக் குழாய்த் தசைகளைக் குறிப்பிட்ட அளவு உரமூட்டும் அழுத்தத்தில் நிலை நிறுத்தும், உரமூட்டும் கிளர்ந்த நிலையில் இருப்பதை அறியலாம். குழாய்ச் சுருக்கு நரம்புகளின் உரம் எவ்வளவு உயர்கிறதோ, அதைப் பொறுத்துச் சுருக்கப்பட்ட குறுந் தமனிகளின் அளவும் உயரும்; அவைகள் உரம் குறைவதைப் பொறுத்து, மிகுதியான குறுந் தமனிகள் விரிவடைகின்றன.

தொடர்புடைய நரம்பு மையங்களின் நிலைகளைப் பொறுத்தும், கிளர் தன்மையை அடையும் குழாய்ச் சுருக்கு நரம்பிழைகள் திறக்கும் குறுந் தமனிகளின்-குருதி அமைப்பின் பாய் குழாய்களின் அளவை முடிவு செய்கின்றன.

குருதிக் குழாயை விரிவடையச் செய்யும் நரம்பிழைகள்

குழாய்ச் சுருக்கு நரம்புகளுடன், தூண்டப்பட்டால் குழாய்களை விரிவடையச் செய்யும் 'குழாய் விரிவு நரம்புகளும்' இருக்கின்றன. இந் நரம்புகள் உள்ளதை, கிளார்ட் பெர்னார்டு தாடையடிச் சுரப்பிக்குச் செல்லும் நாவடி நரம்பின் (Hypoglossal nerve) கிளையைத் தூண்டியதால் நிகழ்ந்த அச் சுரப்பிக்



கிளார்ட் பெர்னார்டு

குழாய்களின் விரிவைப் பார்த்ததன்மூலம் கண்டுபிடித்தார். (அச் சுரப்பியின்) அந் நரம்புக் கிளை நரம்பைத் (chordae tympani) தூண்டும்பொழுது வழக்கத்திற்கு மாருகப் பல மடங்கு மிகுதியான குருதி சிரைகளின் வழியாக உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளிலிருந்து வெளிச் செல்கிறது. குழாய்களின் தடைவலி குறைந்து அதனுல் கீழறைச் சுருக்கல்களின் துடிப்புகள் அச் சுரப்பிகளில் தொட்டுணரும்படி அதன் குழாய்கள் விரிவடைகின்றன. அப்பொழுது உமிழ்நீர்ச் சுரப்பியிலிருந்து சிரைகளின் வழியாக வெளிப்பாயும் குருதி, தமனிக் குருதியை யொத்த செந்நிற முடையதா யிருக்கிறது.

கார்டா டிம்பானையிலிருந்து 'குழாய் விரிவு நரம்புகள்' கண்டுபிடிக்கப்பட்டதைத் தொடர்ந்து, நாவின் குருதிக் குழாய்களுக்குச் செல்லும் நரம்புகளை நாஅடி நரம்பிலும், இன உறுப்புச் சார்பு நரம்பிலும் இந் நரம்புகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. பெரும்பாலான நரம்புத் தண்டுகளில் குழாய் விரிவு நரம்புகள் இருக்கின்றன. ஆனால், குழாய்ச் சுருக்குப் பரிவு நரம்பு இழைகளும் அதே நரம்பில் செல்வதால் அவைகளைக் கண்டுபிடிப்பது கடினமாகும் [சான்றாக பின் தொடை நரம்பைக் குறிப்பிடலாம்]. பொதுவாக இக் கலப்பு நரம்பு இழைகள் தூண்டப்பட்டால், குழாய்ச் சுருக்கு நரம்புகளின் தூண்டுதலால் ஏற்படும் குழாய்ச் சுருக்கம், குழாய் விரிவு நரம்புகள் தூண்டப்பட்டதால் நிகழும் குழாய் விரிவைவிட மிகுதியாக இருக்கின்றது. இவ்வாறான கூட்டு நரம்பின் ஓரப்பகுதியைத் துண்டாடிய 4, 5 நாட்களுக்குப் பிறகு தூண்டினால் அதுவரை மாறா நிலையிலிருந்த குழாய் விரிவு நரம்புகள் செயல்படுவதால் குழாய் விரிவடைகின்றது; குழாய்ச் சுருக்கு நரம்புகள் முதலிலேயே கெடத் தொடங்கி விடுகின்றன.

கலப்பு நரம்புகள் நீண்ட இடைவெளியுள்ள [1 முதல் 3 விநாடிகள்] தூண்டும் மின்வலி அதிர்ச்சியால் தூண்டப் பட்டால், குழாய்கள் விரிவடைவதை அதே நேரத்தில் தூண்டப்பட்ட குழாய்ச் சுருக்கிகளின் ஆற்றலை மறைப்ப தில்லை.

கிளரப்பட்டால் குழாய்களை விரிவடையச் செய்யும், குழாய் விரிவு நரம்புகளின் இயற்கை உருவமைப்புத் தன்மைகளை அறிவதில் சில சிரமங்கள் உள்ளன.

கார்டா டிம்பானை, நாவடி நரம்பிழைகள் இன உறுப்புச் சார்பு நரம்பு ஆகிய நரம்புகளின் குழாய் விரிவு நரம்பிழைகள் எதிர் பரிவு நரம்பமைப்பைச் சார்ந்தவையாய் உள்ளன. இதனாலேயே குழாய் விரிவு நரம்புகளனைத்தும், எதிர் பரிவு நரம்பமைப்பைச் சார்ந்தவை என்றும், அனைத்து எதிர் பரிவு நரம்பிழைகளும் தூண்டப்பட்டால் குழாய்களை விரிவடையச் செய்யும் என்றும் முடிவுசெய்யக் கூடாது. சான்றாக, இதயக் குருதிக் குழாய்கட்குச் செல்லும் எதிர்பரிவு நரம்புகள் தூண்டப்பட்டால் அக் குழாய்கள் விரிவடைவதற்குப் பதிலாகச் சுருங்குகின்றன.

கைகால், தோல் இயங்கு தசைகள் ஆகியவைகளின் குருதிக் குழாய்கட்குச் செல்லும் உறுதியான எந்த எதிர் பரிவு நரம்பும் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. எப்படியிருந்த போதிலும், குழாய் விரிவு நரம்புகள் முதுகுத் தண்டின் பின் பகுதி வேர்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன எனவும், மெசன்டியின் காலத்திலிருந்து இவ்வாறு தோன்றும் நரம்புகள் வெளிச்செல் நரம்புகளை உடையன என்றும் கருதப்பட்டது [மெசன்டியின் விதி]. பேலிசு (Bayliss) மெசன்டியின் விதி போலியானதென்று விளக்க வலுவான புள்ளியியல்களைக் காட்டினர். நரம்பிழைகளால் கிளர் அலைகளை இரு திசைகளிலும், அதன் கிளைகட்கும் பரப்ப இயலும். உட்செல் நரம்பின் நரப்பு விழுது (axon) அஃதாவது ஓர் உட்செல் நரம்பு இரு கிளைகளாகப் பிரிகிறது. ஒரு கிளை ஏற்பிகளுக்கும், மற்றொரு கிளை குருதிக் குழாய்களின் சுவர்களுக்கும் செல்கின்றன. உட்செல் நரம்பின் இக் கிளைப் பிரிவுகள் லவெரென்டிவின் (Lavrentyev's) செய்முறைகளில் நன்கு காணப்பட்டன. ஆகவே, பின்பகுதி வேர்கள் தூண்டப்படும்பொழுது, அக் கிளர்அலை ஒரு கிளை வழியாக ஏற்பிகட்கும், மற்றொன்றின் வழியாகக் குறுந்தமனி, முன் தந்துகி அல்லது தந்துகிகளின் சுவர்களுக்கும், இரு கிளைகளையுடைய புலன் நரம்பின் விழுது வழியாகப் பரப்பப்படுவதால் குழாய்கள் விரிவடைகின்றன. ஏற்பிகள் பெற்ற கிளர் அலை உட்செல் நரம்பின் வழியாக அது பிரியும் முனைக்குச் சென்று, அதன் குழாய்கட்குச் செல்லும் கிளை நரம்பு வழியாகக் குழாய்த் தசைகளை அடைகின்றது. இத் தன்மையால் நரம்பமைப்புள்ள இயங்கு தசைகள் விரிவடைகின்றன. அவைகளின் சுருங்கும் உரம் குறைகிறது.

ஓர் ஏற்பியிலிருந்து, ஓர் வினைவுறுப்பிற்குக் (effector) கிளர் அலையை ஒரு நரப்பின், நரப்பு விழுதுக் கிளைகட்குள் பரப்புவதன்மூலம் அனுப்பப்பட்டால் அது நரப்பு விழுது-மறுவினை (axon-reflex) என்றழைக்கப்படும்.

அனைத்து நரம்புகளும் துண்டிக்கப்பட்ட தோலின் ஒரு சிறு பகுதியைத் தூண்டினல், அப் பகுதியிலுள்ள குழாய்கள் விரிவடைகின்றன என்ற உண்மை இந் நரம்பு விழுது-மறுவினைக் கருத்துக்கு அரண் செய்வதாகும். இருந்தபோதிலும், மேற்கூறிய பகுதியிலுள்ள நரம்புகள் அழியத் தொடங்கும் போது இந்த வினைவுகள் மறைந்து விடுகின்றன.

சில தேர்ந்தாராய்வாளர்கள் இந் நரப்பு விழுது-மறுவினை உள்ளதை மறுக்கின்றனர். உட்செல் நரம்புகளின் கிளைகள்

விளைவுறு உறுப்பிலும், ஏற்பிகளிலும் இருப்பதைத் தெள்ளத் தெளிய லாவ்ரென்டிவால் உணர்த்தபட்டபின், அக்கிளைகளின் சிறப்பியல்களை மறுப்பது சரியில்லை. அதே நேரத்தில் மேற் குறிப்பிட்ட நரப்பு விழுது-மறுவினைகளும் அதன் தொடர்பான முறைகளும், உட்செல் நரம்பின் வழியாக வெளிச்செல் நரம்பிற்குப் பரப்பப்பட்ட கிளர்-அலைகளினுலேயே நிகழ்கின்றன.

குழாய்த் தசையமைப்பின் மறுவினைச் செயல்முறைகளுக்குக் குழாய்களின் சுவர்களில் உள்ள ஓர-நரம்பமைப்புகளின் இன்றியமையாமை: குழாய் அமைப்பில் சில பகுதிகள் நடு நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து பிரிக்கப்பட்டால் அப்பகுதிக் குழாய்களின் உரம் முழுதும் மறைந்து விடுவதில்லை. அப் பகுதி அனைத்து நரம்புகளைத் துண்டிப்பதன்மூலம் தூண்டும் பொருட்கள் தமனிகளுக்குள் செலுத்தப்பட்டால் [சான்ருக உவர்ம குளோரைடு] அவை குழாய்களைச் சுருக்குவதன்மூலம் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்தும். சில குழாய்ப் பகுதிகட்குத் தொடர்புள்ள நரம்புகள் அழிந்த பின்னரும், தமனிகள் தூண்டப்பட்டால் குழாய்கள் சுருங்குவது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. சிறுநீரக மேல்சுரப்பியின் நீர்மத்தால் [அட்ரினலின்] தூண்டப்பட்ட குழாய்களின் சுருக்கத்தைக் குறைக்காமல் அசிட்டைல்கோலின், நோவோகேன் போன்ற பொருட்கள் இக் குழாய் மாற்றங்களை நீக்கும் தன்மையுடையன. இதிலிருந்து சில வயத் தன்மைகளால் இயக்கப்படும் ஓர நரம்பமைப்புகள், அவ் வயத் தன்மைகள் இல்லாமலே சிறிதளவு ஓரக் குருதிக் குழாய் அமைப்பின் உரத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் தன்மை வாய்ந்தன என்பதையறியலாம்.

பரிவு நரம்பு இழைகளின் குழாய் விரிதல் விளைவுகள்: பரிவு நரம்புகள் தூண்டப்பட்டால் இயங்கு தசைகளின் குருதிக் குழாய்களும், இதயக் குழாய்களும் விரிவடைகின்றன. சில நிலைகளில் வயிற்றறை உறுப்புகளின் குழாய்களும் கூடப் பரிவு நரம்பு தூண்டப்பட்டால் விரிவடைகின்றன என்பதற்குப் புள்ளியியல் சான்றுகள் இருக்கின்றன. சில நஞ்சுப் பொருட்கள் குடல் நரம்பினுள் செலுத்தப்படுவதால் வயிற்றறை உறுப்புகளின் குழாய்கள் விரிவடைவதும், குருதி அழுத்தம் உயரும்பொழுது பரிவு நரம்பு முடிச்சுகள் தூண்டப்படுவதால் வயிற்றறைக் குழாய்கள் விரிவடைவதும், இதற்கு அரண் செய்கின்றன. இருந்தபோதிலும், எப்பொழுதுமே

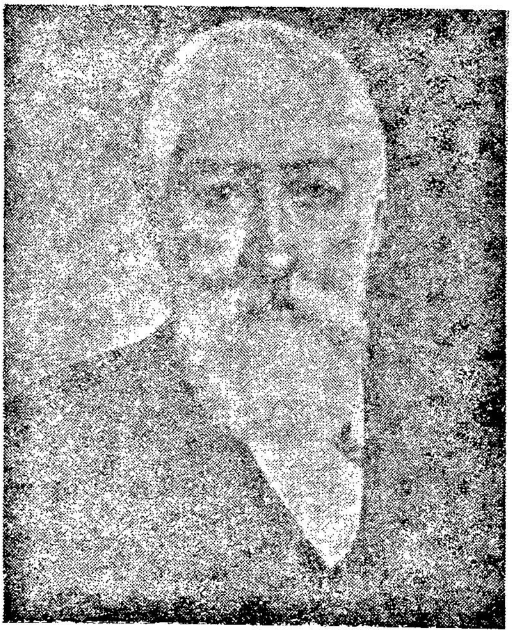
குழாய் விரிவடையச் செய்யும் வயத் தன்மையுடைய, சிறப்பான பரிவு நரம்பு இழைகள் இருக்கின்றன என்று முடிவு செய்வது இயலாததாகும். தூண்டுகையின் இயல்பையும், அதன் அளவையும் பொறுத்தும், குழாய்களின் தசை அமைப்பைப் பொறுத்தும் ஓர நரம்புகள் குழாய்களை விரியச் செய்யும், சுருக்கும் ஆற்றலுடையன எனக் கொள்வது பொருத்தமுடையதாகும். பரிவு நரம்பின் தூதுவரான மிகுதியான அளவு சிறுநீரக மேல் சுரப்பியின் நீர்மத்தைத் தொடர்ந்து உட்செலுத்தியதன்மூலம், நஞ்சால் [எர்கோட்டமைன்] குடல் நரம்பு தூண்டப்பட்டபொழுதும் குருதி அழுத்தம் குறைந்த பொழுதும், மீண்டும் குறைக்கப்படுகின்ற குருதி அழுத்தம் இக் கருத்துக்கு ஆய்வு அரணுகிறது. வழக்கமான நிலைகளில் தோலினுடைய, வயிற்றறை உறுப்புகளினுடைய குழாய்களைச் சுருக்கும் பரிவு நரம்புகளைத் தூண்டுவதனுல் அக் குழாய்கள் சுருங்குவதும், அவைகளின் பின் நரம்பு வேர்களைத் தூண்டுவதனுல் இயக்கு தசை, தோலின் குழாய்கள் விரிவடைவதும் இக் கருத்துக்கு அரண் செய்வதாகும். இதயக் குழாய்களை விரிவடையச் செய்வதைப் போலவே சில நிலைகளில் உள் உறுப்புகளின் குழாய்களையும் பரிவு நரம்பு தூண்டுதலால் விரிவடையச் செய்யும்.

குருதிக் குழாய் (இறுக்க விரிவு) இயக்க மையம்

குருதிக் குழாய்களுக்குச் சென்று அவை விரிவடைய, இறுக்கச் செய்யும் நரம்புகள் குருதிக் குழாய் இறுக்க, விரிவு இயக்க மையம் என்றழைக்கப்படும் ; நடு நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து தோன்றும் கிளர் அலைகளைக் கடத்தும் பணி புரிகின்றன. குருதிக் குழாய் இறுக்க, விரிவு இயக்க மையம் குருதிக் குழாய்களைத் தாக்குகின்ற ஆற்றலுடைய நடுநரம்பு மண்டல அமைப்புகளின் கூட்டுத் தொகுதியேயாகும். இது நடுநரம்பு மண்டலத்தின் முதுகுத் தண்டிலிருந்து பெருமூளைப் புறணிவரை அமைந்துள்ள அதன் செயல் முறைகளால் குருதிக் குழாய் அமைப்பின் நிலையைக் கட்டுப்படுத்துகிற அமைப்புகளை உடையது.

குருதிக்குழாய்களை இறுக்கும் முதுகுத் தண்டின் நரப்புகள் : குருதிக் குழாயை இறுக்கும் நரம்புகளை உருவாக்கும் முதுகுத்தண்டில் தோன்றும் நரப்பு விழுதின் நரப்புகள், முதுகுத் தண்டின் நெஞ்சப் பகுதி, இடைப் பகுதி மேல் 3 வட்டுக்களின் பக்கக் கொம்புகளில் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த நரப்புகட்கு, 'முதுகுத் தண்டு குருதிக் குழாய்

இறுக்க மையங்கள்' என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது. முதுகுத் தண்டு அமைப்புகள், நடு நரம்பு மண்டல உயர் பகுதிகளைத் தவிர்த்து வழக்கமாகச் செயல்புரிய இயலாததால் இப்பிரிவு சுருக்கமாக விளக்க மட்டுமே பயன்படுகிறது.

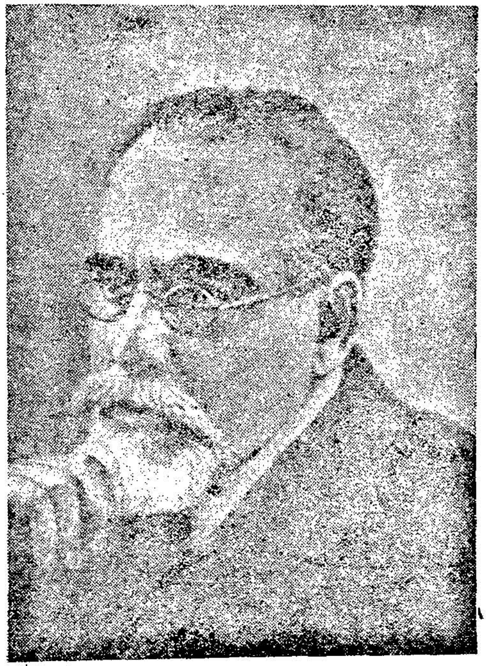


ஓவ்சியானிக்கோவ்

நாய்களில் முதுகுத் தண்டின் கீழ்க் கழுத்து வட்டுக்களின் பகுதியில் துண்டிக்கப்பட்ட பின்பு குறைந்த அளவில் 3 முதல் 4 வாரங்கள்வரை கீழே விரித்துரைக்கப்பட்டுள்ள குழாய் இறுக்கு மறுவினைகளை உண்டாக்க இயலும். ஆகவே, குழாய் இறுக்க இழைகளின் முதுகுத் தண்டு மையங்கள் உயர்ந்த நடு நரம்பு மண்டலப் பகுதிகளின் தொடர்ந்த வயத் தன்மைக்கு உட்பட்டன. இம் மையங்களை, குழாய் இறுக்க மையமாக அமையும் நடுநரம்பமைப்பின் இறுதித் தொடர்பு என்று கருதவேண்டும்.

குருதிக் குழாய் (இறுக்க விரிவு) இயக்க மையத்தின் முகுளப் பிரிவு: முதுகுத் தண்டின் குருதிக் குழாய் இறுக்க நரப்புகள், முகுளத்தின் ஒரு உறுதியான பகுதியான நான்காவது மூளையுட் குழியின் தரையிலிருந்து தொடர்ச்சியாகத் தூண்டலைகளைப்

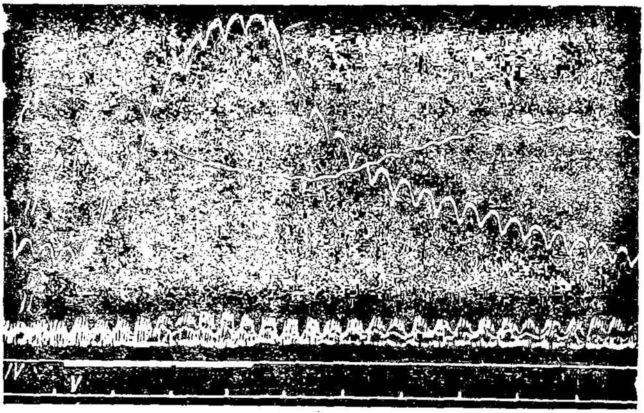
பெறுகின்றன. ஆய்வுகளால் இவ் வுண்மையை 1873இல் லூட்விக்கின் ஆய்வுக்கூடத்தில் ஓவ்சியானிக்கோவால் (Ovsyannikov) விளக்கப்பட்டது. இவ் வாய்வுகளில் முகுளத் திற்குக் கீழ் முதுகுத் தண்டு துண்டிக்கப்பட்டபொழுது குறிப்பிட்ட அளவு குருதி அழுத்தம் குறைவது கண்டறியப் பட்டது [60 முதல் 80 மி.மீ. பா-ம்., அதற்குக் கீழாகவும் குறைந்தது]. முகுளத்திலிருந்து முதுகுத்தண்டு பிரிக்கப்பட்ட பின் குருதிக் குழாய் இறுக்கிகளின் உரம் சிறிதளவு குறைந்தது. முகுளத் தண்டிற்கு மேல் மூளைத்தண்டு துண்டிக்கப்பட்ட பொழுது இந்த மாற்றங்கள் நிகழவில்லை. மேலும் முகுளத்தி லிருந்து முதுகுத் தண்டு பிரிக்கப்பட்டபொழுது மறைந்து விடும் குருதிக் குழாய்—மறுவினைகளும் இப்பொழுது மறைய வில்லை. முகுளத் தண்டின் திட்டமான பகுதிகளை அல்லது



டேனிலெவ்சுகி

முகுளத்திலிருந்து முதுகுத் தண்டுக்குச் செல்லும் அவற்றின் கடத்தும் பாதைகள் தூண்டப்பட்டால் குழாய்களை இறுக்குவ தன் மூலம் குருதி அழுத்தம் உயரும் (படம் 58). ஆகவே முதுகுத் தண்டின் குருதிக் குழாய் இறுக்கு மையங்களின்

கிளர்நிலை பொதுவாக முகுளத்தில் அமைந்துள்ளன. 'முதன்மைக் குருதிக் குழாய் இறுக்க விரிவு இயக்க மையத்தின்' கிளர்நிலையின் வயத்தால் தோன்றுகின்றது என நம்பப் படுகிறது.



படம் 58. முகுளத்திற்குக் கீழ், தண்டுவட கழுத்துப் பகுதியைத் தூண்டுவதால் [மின் வலியால்] குருதி யழுத்தம் உயர்தலும், வயிற்றறைக் குருதிக் குழாய்கள் சுருங்குதலும் [லுட்விக் தையரி]

I. சிறுநீரகங்களின் கொள்ளளவுப் பதிப்பு; II. குருதியழுத்தப் பதிப்பு: III. இதயப் பதிப்பு; IV. தூண்டும் கோடு; V. கால இடைவெளி [15 விநாடிகள்]

இதுவரை எந்தத் தேர்ந்தாராய்பவராலும் ஒரே வெப்ப உயிரினங்களை, அவைகளின் பெருமூளையை முகுளத்துக்கு மேல் நிலையில் பிரித்து நீண்டநாள் வாழவைக்க இயலவில்லை. இப்படிப்பட்ட விலங்கினங்கள் சில மணி நேரம் மட்டுமே [24 மணிக்குள்ளாக] வாழ்கின்றன. இறுதியில் சுற்றோட்ட, உயிர்த்தல் முறைகள் பழுதுறுவதால் இறக்கின்றன. ஆகவே, 'முதன்மைக் குருதிக் குழாய் இறுக்க விரிவு இயக்க மையம்' என்றழைப்பதை விடப் பொருத்தமாக 'குருதிக் குழாய் இறுக்க விரிவு இயக்க மையத்தின் முகுளப் பிரிவு' என்று குறிப்பிடப் படுகின்ற இம் மையம் நடுநரம்பு மண்டல உயர்ந்த பிரிவுகளின் தொடர்ச்சியான வயத்தால் இயங்குகிறது எனக் கருத வேண்டியவர்களாயிருக்கிறோம்.

முகுளத்தண்டின் குருதிக் குழாய் இறுக்க மையத்துக்கு மிக அருகாமையில் இருக்கும் பகுதிகள் தூண்டப்பட்டால் குழாய்களை விரிதல் அடையச் செய்வதன் மூலம் குருதி

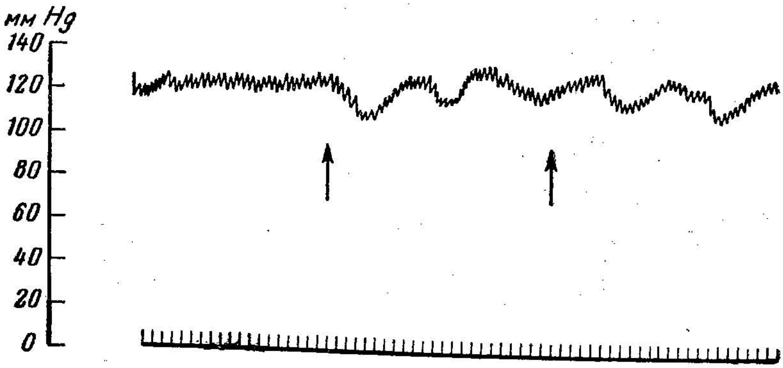
அழுத்தக் குறைவிற்கு வழிகோலுகிறது. இந்தக் கண்டுபிடிப்பு குருதிக் குழாய் விரிவு நரம்புகளுக்கும் உரம் உள்ளதா என்று அறியத் தூண்டியது.

குருதிக் குழாய் உரத்தை நடுமூளையும், சிறு மூளையும் கட்டுப்படுத்துவதால் ஏற்கும் பங்குபற்றி மிகக் குறைந்த அளவே அறியப்பட்டுள்ளது. சிவப்புக் கரு (red nucleus) மட்டத்தில் பெருமூளையின் கிளைகள் வெட்டப்பட்ட பொழுது குறிப்பிடும் அளவு குருதி அழுத்த மாறுபாடுகள் [உயிர்த்தல் மாறுபாடுகளுடன் தொடர்புடையன] அடிக்கடி கண்டறியப் பட்டன. இருந்தபோதிலும் இதன் மூலம் குருதி அழுத்த மாறுபாடுகளைக் கட்டுப்படுத்தும் விதிகளைக் கண்டுபிடிக்க இயலவில்லை. ஆர்பெலின் (Arbeli's) ஆய்வுக்கூடத்தில் சிறு மூளையைத் தூண்டியபொழுது குருதி அழுத்த மாறுபாடுகள் கண்டறியப்பட்டன; அவைகளின் நுட்ப முறையை விளக்குவது இன்னும் கடினமாக இருக்கிறது. ஒருவேளை, இம் மாற்றங்கள் சிறுமூளை, பெரு மூளையுடன் கொண்டிருக்கும் தொடர்பினுல் பரிவு நரம்பமைப்பை வயப்படுத்துவதன் மூலம் நிகழலாம்.

இடை மூளையின், குறிப்பாகத் துணைத் தலைமத்தின் (hypothalamus) மாறுபட்ட உட் கருக்கள் தனித்தியங்கும் முழு நரம்பமைப்பின் (vegetative system) உயர்ந்த துணைப் புறணி மையங்களாகக் கருதப்படுகின்றன. நடு நரம்பு மண்டலத்தின் இக்கிளை தூண்டப்பட்டால் குருதி அழுத்த மாறுபாட்டுக்கு வழிகோலுகிறது. பெருமூளைப்புறணி முழுதுமாக நீக்கப்பட்டு இடை மூளைப் பகுதி (diencephalon) மட்டுமே நிறுத்திவைக்கப் பட்டால் நாய்களும், பூனைகளும் நீண்டகாலம் வாழ்கின்றன; காரணமில்லாமல் அவைகள் சீறும்பொழுது சிக்கல் வாய்ந்த இணைப்பு, இதயக் குருதிக் குழாய் மறுவினைகளைக் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்துவதன் மூலமாகவும், இதயத் துடிப்பை முடுக்குவதன் மூலமாகவும் காட்டுகிறது. புதிதாகப் பிறந்த குழந்தைகளில் பெருமூளைப் புறணி நன்கு வளர்ந்திருப்ப தில்லை. ஆகையால், சுற்றோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதில் இடை மூளைப்பகுதி இன்றியமையாப் பங்கேற்கிறது என்பது உண்மையாக இருக்கக் கூடியதாகும். நடு நரம்புமண்டலத்தின் உயர்ந்த கிளைகள் வளர்ச்சியடையும்பொழுது, பெருமூளைப் புறணி சுற்றோட்ட அமைப்பைக் கட்டுப்படுத்துவதில் இன்றியமையாத நிலையைப் பெறுகிறது.

பெருமூளைப் புறணி தூண்டப்பட்டால் நீண்ட காலத்துக்கு முன்னரே டேனிலெவ்சுகி (Danilevsky), மிசுலாவிசுகி (Mislavsky), பெக்டெரிவ் (Bekhterev) ஆகிய இவர்கள் கூறியதைப்போல், குருதி அழுத்த மாறுபாட்டுக்கு வழிகோலுகிறது.

குருதிக் குழாய் இறுக்க விரிவு இயக்க மையத்தில் வேதிப் பொருட்கள் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் : குருதியில் சுற்றுகின்ற வேதிப் பொருட்கள், வேதி ஏற்பிகளையும், நேரடியாகக் குருதிக் குழாய் இறுக்க விரிவு இயக்க மையத்தையும் தூண்டுவதன் மூலம், குழாய்களின் நரம்பூட்டத்தைத் தாக்குகின்றன. இவ் வாற்றல் சென்ற நூற்றுண்டின் 60ஆம் ஆண்டுத் தொடர்களில் கோவலெவ்சுகி (Kovalavsky)யாலும், ட்ராபியாலும் (Traube) கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கரி-இரு-உயிரியை குருதிக் குழாய் இறுக்க மையத்தில் நிகழ்த்திய செயல் முறைகளால் நன்கு விளக்கப்பட்டுள்ளன. கரி-இரு-உயிரியை உள் உயிர்த்தலின்போது [உயிரியை குறையும்போதும்] குருதிக் குழாய்களை இறுக்குவதன் மூலம் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்துகிறது. இந்த மாற்றங்கள் பெருந்தமனியின், கழுத்துத் தமனிப்பையின் நரம்புகள் துண்டிக்கப்பட்ட பிறகும், மெலிந்த நிலையில் முகுளத்தை உள்ளடக்கிப் பெருமூளை நீக்கப்பட்ட பிறகும்கூட மாருதிருந்தன. பின்னர் கூறப்பட்ட ஆய்வில் கரு-இரு-உயிரியை வளியின் மாற்றங்கள் மாருதிருந்தமைக்குக் காரணம் முதுகுத் தண்டின் குருதிக் குழாய் இறுக்க



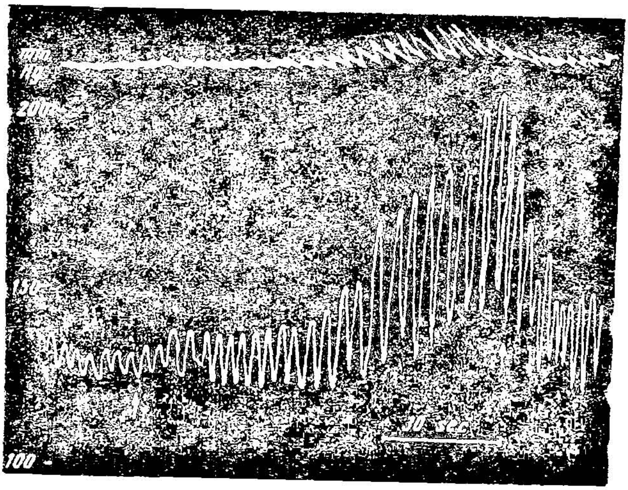
படம் 59. இடது முன்கட்டளைப் பகுதியைத் தூண்டும் மின்வலியால் தூண்டப்பட்டதால் மனிதரின் தமனிக் குருதி அழுத்தத்தில் நிகழ்ந்த விளைவுகள்

அம்புகள் தூண்டுதல் தொடக்கத்தையும், முடிவையும் குறிப்பிடுகின்றன.

நரம்புகளை இவ்வளி தூண்டுதலேயாகும். முன்பே கூறப் பட்டது போல இந்த நரம்புகள், உயர்மையங்கள் துண்டிக்கப் பட்ட பின் நீண்ட நேரம் கழித்து உட்செல் நரம்புகளின் தூண்டலைகளுக்கு மறுவினை ஆற்றும் இயல்புடையன.

எப்பொழுதும் குருதியில் நீங்காதிருக்கும் கரி-இரு-உயிரியை, குறுதியால் நடுநரம்பு மண்டலத்துக்குக் கொண்டு செல்லப்படும்பொழுது, நேரடியாகக் 'குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தையும்' இதயத்தைத் தடை செய்கிற தெளிவறு நரம்பு இழைகளின் மையத்தையும் தூண்டுகிறது. இந் நடு அமைப்புகளின் நரம்பு மூலகங்கள் மண்டை-உள் அழுத்தம் (intra-cranial pressure) உயரும்பொழுது இதேபோலத் தாக்கப் படுகின்றன. சில மருந்துப் பொருட்களும் இவ் வாற்றலையுடையன.

குருதியில் உயிரியம் குறைநிலை, பெருந்தமனி, கழுத்துத் தமனிப் பகுதிகளின் ஏற்பிகளையும், பல்வேறு திசுக்களின் வேதி



படம் 60. மூச்சுத் திணறலால் நாயின் குருதியழுத்தம் பாதிக்கப்படுதல்.

மேலே: சுருள் அழுத்த அளவைப் பதிப்பு; கீழே: பாதரச அழுத்த அளவைப் பதிப்பு.

முதல் அம்புக்குறி மூச்சுத் திணறலின் தொடக்கத்தையும், இரண்டாவது, அதன் இறுதியையும் குறிக்கின்றன.

ஏற்பிகளையும் தூண்டுவதனுல் நிகழும் மறுவினைகள், குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தையும் தெளிவறு நரம்பின் மையத்தையும் தூண்டுகின்றன. பெருந்தமனி, கழுத்துத் தமனி ஆகிய

வற்றின் ஏற்பிகள் அமைந்திருக்கும் பகுதிகளின் நரம்பு துண்டிக்கப்பட்ட விலங்கினங்களில், உள் உயிர்த்தலில் குறையும் உயிரியம் குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தைக் கிளர்நிலை அடையச் செய்யாவண்ணம் படிப்படியாகச் செயலறும் நிலையை அடைய வழி கோலுகிறது.

நீர்மங்களும், பல்வேறு வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்களும் குருதிக் குழாய்களில் நிகழ்த்தும் விளைவுகள்

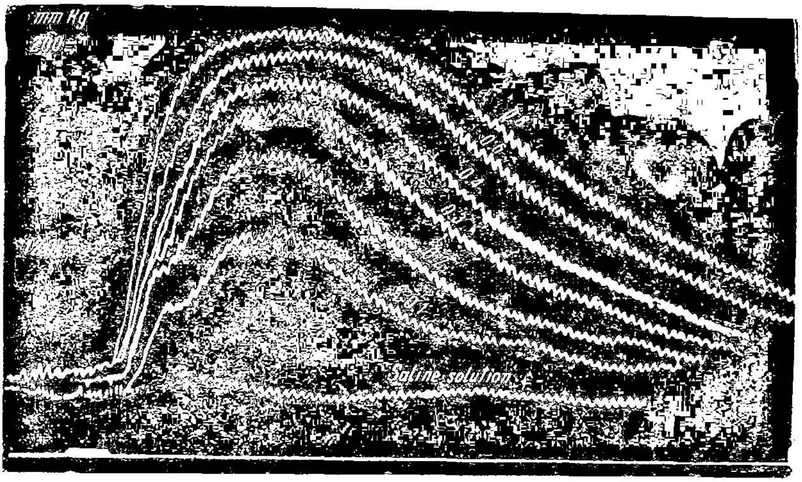
குருதிக் குழாய்களின் நரம்பு வயத்தன்மைகள், திட்டமான உறுப்புகளில் மட்டுமே உருவாக்கப்படும் தனித் தன்மையுள்ள வேதிப் பொருட்களான நீர்மங்களுடன் நிலையாகத் தொடர்பு படுத்தப்படுகின்றன.

குருதிக் குழாய்களில் மேற் சிறு நீரக நீர்மத்தின் விளைவுகள் : மேற் சிறு நீரக நீர்மம், செரிக்கும் உறுப்புகள், சிறுநீரகங்கள், நுரையீரல்கள், தோல் ஆகிய இவற்றின் குறுந் தமனிகளையும், தமனிகளையும் சுருக்குகின்றது; ஆனால் இதயக் குருதிக் குழாய்களை விரிவடையச் செய்கின்றது.

குருதியில் மேற் சிறுநீரக நீர்மத்தின் அளவு மிகும்பொழுது இயக்கு தசைகளின் குழாய்கள் விரிவடைகின்றன; குருதியில் அதன் அளவு குறைந்தால், இத் தசைகளின் குழாய்கள் சுருங்குகின்றன. உடற்பயிற்சியின்போது மிகுதியாகச் சுருக்கப்படும் மேற் சிறுநீரக நீர்மத்தின் அளவு, வயிற்றுறுப்புகளின் குழாய்களைச் சுருக்குவதன்மூலம், இயக்கு தசைகளின் குழாய்களை விரிவடையச் செய்வதுடன் மிகுதியான குருதி அவற்றில் பாயவும் வழி வகுக்கிறது.

படம் 61, வெவ்வேறு அளவில் மேற் சிறுநீரக நீர்மத்தைச் செலுத்தும்பொழுது நாயின் குருதி அழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களை விளக்குகிறது. சிறிதளவு மேற் சிறுநீரக நீர்மமே தோல், வயிற்றுறுப்புகள் ஆகியவற்றின் சிறு தமனிகளின் புழைகளைச் சுருக்குவதன்மூலம் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்தப் போதுமானது. குழாய்களைச் சுருக்கக் கொடுக்கப்படவேண்டிய போதுமான அளவு ஏறத்தாழ ஒரு கிலோகிராம் உடல் எடைக்கு 0·0002 மி.கி. மேற் சிறுநீரக நீர்மமாகும். இந் நீர்மம் நேரடியாகக் குருதிக்குள் செலுத்தப்படவேண்டும். 0·5 முதல் 1 மி.கி. மேற் சிறுநீரக நீர்மத்தை மனித உடலில் செலுத்தினால்

மிக நிலையற்ற, ஆனால் அச்சம் தரத்தக்க அளவு [200—300 மி.மி. பா-ம்.] குருதி அழுத்தம் உயரும்.



படம் 61. நாயின் குருதி அழுத்தத்தில் சிரைகளினுள் செலுத்தப்பட்ட மாறுபட்ட அளவுடைய [0·1—0·8 மி.கி.] மேற் சிறுநீரக நீர்மத்தின் விளைவுகள்

வரை படத்துக்கு மேலுள்ள எண்கள் உட்செலுத்தப்பட்ட மேற் சிறு நீரக நீர்மத்தைக் குறிக்கின்றன. அடியிலுள்ள வரை படம் உவர்ப்பு நீரை உட்செலுத்துவதால் குருதி அழுத்தத்தில் ஏற்படும் விளைவுகளைக் குறிப் பிடுகிறது [எலியட்டின் ஆய்வுகள்].

மேற் சிறுநீரக நீர்மம் முன் தந்துகிகளின் சுரிதசை வளையத்தில் செயல்படுவதன்மூலம் தந்துகிகளைச் சுருக்கு கின்றது. இந் நீர்மம் குருதியில் பாயும்பொழுது சிரைகளும் சுருங்குகின்றன.

உடல் ஓய்வின்பொழுது மேற்சிறுநீரகச் சுரப்பியின் அகணி மிகக் குறைந்த அளவே நீர்மத்தைச் சுரக்கின்றது. ஆகவே, மேற்சிறு நீரக அகணியின் செயல்முறைகள் ஓய்வின் பொழுது குறுந்தமனிகளின் உரத்தை நிலைநிறுத்துவதில் எவ்விதப் பங்கும் ஏற்பதில்லை. கடும் உழைப்பின்போதும் உணர்ச்சி வயப்பட்டபோதும் மேற்சிறுநீரக நீர்மம் மிகுதி யாகச் சுரந்து இயக்கு தசைகள், மூளை, இதயம் ஆகியவை களில் பாயும் குருதியின் அளவினை மிகுதிப்படுத்துகிறது. அதுபோழ்து உயரும் குருதி அழுத்தம் இவ் வுறுப்புகளின் குழாய்களைச் சுருக்குவதனால் நிகழ்வதன்று.

மேற் சிறுநீரக அகணிக்கு நரம்பூட்டும் குடல் நரம்பிழை களைத் தூண்டுதலால், அச்சுரப்பியில் நீர்மம் சுரக்கிறது.

மூளையடிச் சுரப்பியின் பின்பகுதி நீர்மம் [குழாய்ச் சுருக்கி நீர்மம்] குறுந்தமனிகளையும், தந்துகிகளையும் வலுவாகச் சுருக்குகிறது. மூளையடிச் சுரப்பியின் நீர்மத்தை உட் செலுத்தப்பட்ட விலங்குகளிலிருந்து தனியே எடுக்கப்பட்ட தமனிகளில் இந் நீர்மத்தினுலாய விளைவுகளை நிறுவினர். இருந்தபோதிலும் மூளையடிச் சுரப்பியை நீக்குவதால் குருதிக் குழாய்களில் எவ் விளைவுகளும் நிகழா [எனவே கீழ்ப் பூத்தண்டின் நுண்ணியங்களும் குழாய்ச் சுருக்கி நீர்மத்தைச் சுரக்கின்றன என்று கொள்ளலாம்].

மேற் சிறுநீரகப் புறணியின் நீர்மம், தந்துகிகளின் பொது நிலையையும் ஊடுருவல் தன்மையையும் நிலைநிறுத்துவதற்கு மிக இன்றியமையாதது. மேற் சிறுநீரகச் சுரப்பிகள் நீக்கப்பட்ட 24 மணி நேரத்துக்குப்பின் தந்துகிகள் விரி வடைந்து மிகுதியான குருதியைத் தேக்குகின்றன ; அதே போழ்து தமனிகளில் அழுத்தம் குறைகிறது. மேற் சிறுநீரகச் சுரப்பி நீக்கப்பட்ட விலங்கினங்களில், அச் சுரப்பியின் புறணி நீர்மங்களைக் கொடுப்பதால், மாறுபட்ட சுற்றோட்டத்தை மீண்டும் வழக்க நிலைக்குக் கொண்டுவர முடியும்.

சிறு நீரகங்களால் உருவாக்கப்பட்ட பொருட்களின் குருதிக் குழாய் விளைவுகள் : 1898-க்கு முன்பே சிறுநீரகத் திசுவின் பிழிநீர் குருதிக் குழாய்களைச் சுருக்குவதன்மூலம் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்துகிறது எனக் கண்டறிந்தனர். இந்த உண்மையைக் கண்டுபிடித்த டைகர்செடட் (Tieger-stedt) சிறுநீரகத் துணையுடன் உருவாக்கப்படுவதும், குறுந் தமனிகளைச் சுருக்கச் செய்வதுமான இப் பொருளுக்கு ரெனின் (Renin) என்ற பெயரைப் பரிந்துரைத்தார். சிறுநீரகத் தமனியைச் சிறிது அழுத்துவதால் ஏற்படும் சிறுநீரகக் குருதி யின்மையால் (Ischaemia) தமனிக் குருதி அழுத்தத்தை நிலையாக உயர்த்த முடியும் என்று கண்டறிந்த பின்னரே [குருதி அழுத்த நோய்] இவருடைய உண்மையின் சிறப்பினை அறிந்தனர்*. இந்தக் குருதி அழுத்த உயர்வு குறுந்தமனி களின், குறிப்பாக வயிற்றுறுப்புகளினுடைய குறுந்தமனிகளின் நிலைத்த சுருக்கத்தாலேயே ஏற்படுகிறது.

---

*1899ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் பாவுலோவ், பழுதுற்ற சிறு நீரகம் சுற்றோட்டத்தை வயப்படுத்தும் பொருளை உருவாக்குகிறது என்பதை எடுத்துக் கூறினர்.

சிறுநீரகத் தமனிகளைப் பகுதியாகப் பற்றி இறுக்குவதனுல் நிலையாக உயர்ந்த குருதி அழுத்தத்திற்குக் காரணமான குருதிக் குழாய்களின் சுருக்கம், சிறுநீரகச் சுரக்கும் பணியைக் கட்டுப் படுத்துவதால் நிகழ்வதல்ல. சிறுநீரகக் குருதியின்மை, அதன் சுரத்தல் பணியைத் தாக்காதபோதும்கூடக் குருதி அழுத்தம் உயர்கிறது. அதுபோல் சிறுநீரகச் சுரத்தல் பணிகள் பழு துறும்போது நீண்ட காலத்துக்குக் குருதி அழுத்தம் உயர்வதில்லை.

சிறுநீரகத்தில் சிறிதளவு குருதியின்மையை ஏற்படுத்த அதன் தமனிகளை அழுத்துவதற்குச் சிறப்பான பற் றிறுக்கிகளைப் பயன்படுத்தி, அத் தமனிகளின் புழையைப் பாதி அளவுக்குக் குறைக்கப்படுகிறது. சிறுநீரகக் குருதியின்மை, சிறுநீரக நரம்பூட்டத்தைத் துண்டித்த பின்னரும் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்துவதால், நடு நரம்பு மண்டலம் ரெனின் உற்பத்தியையும், சிறுநீரக நரம்பூட்டம் துண்டிக்கப்படாத பொதுவான நிலைகளில் ரெனின் செயல்படுவதையும் வயப் படுத்தாது என்ற முடிவுக்கு வர இயலாது.

ரெனின் மட்டுமே கலந்த பிழிநீரைத் தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட உறுப்புகளில் பாய்ச்சும்பொழுது அவ் வுறுப்புகளின் குழாய்கள் சுருங்குவதில்லை. ஆனுல், அப் பிழி நீரில் சிறிதளவு குருதிப் பிசிதத்தைச் சேர்க்கும்பொழுது குழாய்ச் சுருக்க விளைவுகள் நிகழ்கின்றன. இதிலிருந்து பிசிதத்திலுள்ள ஒரு பொருளினுல் ரெனின் ஊக்குவிக்கப்படு கிறது என அறியலாம். இந்தப் பொருளுக்கு 'ரெனின்—செயல்முறைப்படுத்தி' (Renin-activator) எனப் பெயரிடப் பட்டது. 'ரெனின்—செயல்முறைப்படுத்தி'யால் ரெனின் 'மிகை அழுத்தி' என்ற கூட்டுப் பொருளாகிறது. இம் மிகை அழுத்திதான் குழாய்ச் சுருக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. இப் பொருள் பேராற்றல் உடையது; மேற் சிறுநீரக நீர்மத்தின் ஆற்றலுடன் ஒப்பிடும்போது, இது 1 : 10,000,000 நீர்த்தலில் கூட குழாய்ச் சுருக்கும் ஆற்றலுடையது.

ரெனின், ரெனின்—செயல்முறைப்படுத்தி, அவற்றின் கூட்டுச் செயலால் உண்டாகும் 'மிகை அழுத்தி' அனைத்தும் புரதப் பொருட்கள், அல்லது அவற்றின் நீரிழந்த பொருட்க ளாகும். ரெனின்—செயல்முறைப்படுத்தி 2,700 அணுத்திர ளெடை கொண்ட ஒரு பல் புரதப் பொருளாகும்.

குருதி அழுத்தத்தைக் குறைக்கும் மூலக்கூறுகள், மறு வினைகள்மூலம் ரெனின் உற்பத்தியை மிகுதிப்படுத்துவது பொதுவான உடலியங்கியல் நிகழ்வாகும். குருதி யிழப்புக்குப்பின், சிறுநீரகங்களிலிருந்து மிகுதியான ரெனின் குருதிக்குள் செல்வதால் குருதியில் 'மிகை அழுத்தி'யின் அளவு உயர்வதிலிருந்து இக் கருத்து மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது. குருதி அழுத்தம் குறையும்போது, அதைச் சீரான நிலைக்குக் கொண்டுவர ரெனின் உதவுகிறது.

சிறுநீரகத்தினுள் பாயும் குருதி குறையும்பொழுது மிகுதியான ரெனின் குருதிக்குள் செல்வதன் காரணமும், இதனால் குருதியில் 'மிகை யழுத்தி' உருவாதலின் காரணமும் இதுவரை தெளிவாகத் தெரியவில்லை. நன்னிலைச் சிறுநீரகங்கள் ரெனினை அழிக்கும் 'குருதி அழுத்திச் சிதைவி' என்றழைக்கப் படுகிற நொதியை உருவாக்குகின்றன. தேவையான அளவு குருதி சிறுநீரகங்களுக்குச் செல்லாதபோது, இந் நொதி மறைந்தோ, செயலற்றோ விடுகிறது. இதனால் சிறுநீரகக் குருதியின்மை குருதியில் மிகை யழுத்தியின் அடர்த்தியை மிகுதிப்படுத்துகிறது. எனினும், மேற் கூறப்பட்டவை இன்னும் முடிவாகாமலே இருக்கின்றன.

சிறுநீரகச் செயல்முறைகளின் தொடர்பான **குருதிக் குழாய்ச் சுருக்க விளைவுகள்:** சிறுநீரகங்கள் நீக்கப்பட்ட நாய்கள் 20 நாட்கள் வாழ வைக்கப்பட்டபொழுது குருதி அழுத்தக் கட்டுப்பாடு தொடர்பான ஆர்வமிகு செயல் முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இந் நாய்களில் 'மிகை யழுத்த நோய்' ஏற்பட்டது. சிறுநீர்க் குழாய்களைக் கீழ்ப் பெருஞ் சிரைக்குள் தொடர்பு படுத்தியும் இறக்கும்வரை குருதி அழுத்த மாறுபாடுகள் நிகழவில்லை. ஆதலால் 'மிகை யழுத்தி நோய்', சிறுநீரில் வழக்கமாக வெளியேறும் பொருட்களின் அழுத்தத்தால் ஏற்படுவதல்ல.

சிறுநீரகங்களில் சிறப்பான அமைனோ-உயிரியமேற்றிகள் (amino-oxidases) இருப்பதால், அவை அமைன்-குழுக்களுக்கு உயிரியமேற்றி, குழாய்ச் சுருக்கும் ஆற்றலுடைய பொருட்களை உருவாக்குகின்றன என்பதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன.

குருதிக் குழாய் உரத்தில் திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள்: நடுநரம்பு மண்டலத்தி லிருந்து குழாய்களுக்குச் செல்லும் நரம்புகள் வழியாகப்

பரப்பப்படும் வயத்தன்மை, நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் நீர்மங்களின் வயத்தன்மை ஆகியவற்றுடன், குருதிக் குழாய்கள் அனைத்துத் திசுக்களிலும், உறுப்புகளிலும் நிகழும் வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்களின் விளைவாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றங்களால் உண்டாகும் கூட்டுப் பொருட்கள் அவ் வுறுப்பின் குருதிக் குழாய்களை விரிவடையச் செய்கின்றன. இக் கூட்டுப் பொருட்களில் கீழ்வருவன சிறப்பு வாய்ந்தவை.

(அ) அமிலத் தன்மையுள்ள எல்லாக் கூட்டுப் பொருட் களும், சிறப்பாகக் கரி-அமிலம் தோன்றுவதன்மூலம் திசுக் களில் நீரிய-அயனிகளின் அடர்த்தி உயர்வதற்கு வழிகோலு கிறது.

(ஆ) ஃகிசுடமின், ஃகிசுட்டினிலிருந்து ஒரு தனி நொதியின் செயலால் உருவாகிறது. கிலோகிராம் உடல் எடைக்கு 0·001 மி.கி. அடர்த்தியில் ஃகிசுடமின் தந்துகிகளை விரிவடையச் செய்கிறது. பல உட்செல் நரம்புகள் தூண்டப்படும்பொழுது குகிசுடமின் விடுவிக்கப்படுகிறது. தோலுக்கு ஊறு விளைவிக்கும் பொருட்களாலும் இது உண்டாக்கப்படுகிறது. தீப்புண், எரிச்சல், அழற்சி ஆகியவற்றால் தோல் செம்மை நிறம் அடைவதற்கு, குகிசுடமின் தந்துகிகளை விரிவடையச் செய்வதே ஓரளவு காரணமாகும்.

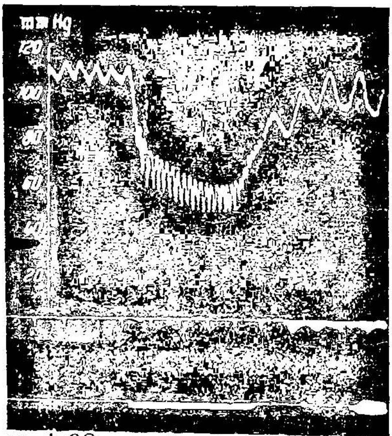
(இ) அசிட்டைல்கோலின் : விரிவு நரம்புகளின் நுனி களில் உருவாகும் இக் கூட்டுப் பொருள் குறுந்தமனிகளைப் பரவலாக விரிவடையச்செய்து குருதி அழுத்தத்தைக் குறைக்கிறது.

(ஈ) எரியகையின் (Phosphorus) பல்வேறு வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள், குறிப்பாக அடினிலிக் அமிலம் ஆகியவைகளாகும்.

17. சுற்றோட்டத்தின் மறுவினைக் கட்டுப்பாடு

பெரிய குருதிக் குழாய்களின் ஏற்பிகளிலிருந்து வரும் மறுவினைகள் சுற்றோட்டத்தை வயப்படுத்தும் முறை

1866-ல் சையானும், லுட்விக்கும் உட்செல் நரம்பு இழைகளைக்கொண்ட ஒரு நரம்புக்கிளை முயல்களில் தெளிவறு நரம்புக்கு அருகாகவே [மற்ற விலங்கினங்களில் தெளிவறு நரம்பின் தண்டில்] செல்வதையும், அந் நரம்பிழைகள் பெருந்தமனி வளைவிலும், பெருந்தமனியின் உருண்டைகளிலும், இடது கீழறை உட்தசைக்குக் கீழும் அமைந்திருக்கும் ஏற்பிகளை முகுளத்துடன் இணைக்கின்றன என்பதையும் கண்டனர். இந் நரம்பு இழைகள் தூண்டப்பட்டால் மறுவினைகள் மூலம் தமனிக் குருதி அழுத்தத்தைக் குறைக்கின்றன (படம் 62). பெருந்தமனியிலிருந்து உட்செல்லும் நரம்புகள் தூண்டப்படும்பொழுது குறையும் அழுத்தம் இரு முறைகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. முதலாவதாக மேற் கூறப்பட்ட ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதனால் கிளர்ச்சியுற்ற தெளிவறு நரம்பின் மையம் இதயத் துடிப்பு வேகத்தைக் குறைப்பதாலும், இரண்



படம் 62. துண்டிக்கப்பட்ட பெருந்தமனி நரம்பின் நடுப்பகுதி மின்வலியால் தூண்டப்படுவதால் முயலின் குருதி யழுத்தத்தில் விளையும் மாறுதல்கள்

மேலிருந்து கீழ்: குருதி யழுத்தப் பதிப்பு, கால இடைவெளி-5 வினாடிகள். தூண்டப்பட்ட குறி.

டாவதாகக் 'குழாய் சுருக்கு மையம்' மறுவினைகளால் தடைசெய்யப்படுவதன்மூலம் குருதிக் குழாய்கள் விரிவடைவதாலும் குருதி அழுத்தம் குறைகிறது.

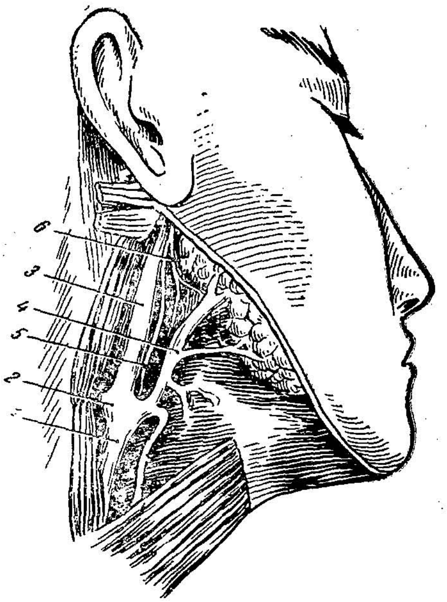
சையானும், லுட்விக்கும் தாங்கள் கண்டுபிடித்த உட்செல் நரம்பு தூண்டப்படும்பொழுது மறுவினைகளால் குருதி அழுத்தத்தைக் குறைத்ததால் 'செயல் வேகம் குறைக்கும் நரம்பு' எனப் பெயரிட்டனர். பெருந்தமனியின் வளைவில் அமைந்திருக்கும் ஏற்பிகளிலிருந்து செல்லும் இந் நரம்பு 'பெருந்தமனி நரம்பு' என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. சில நூலாளர்கள் இந்த நரம்பு, தூண்டப்பட்டால் மறுவினைகளால் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்தும் இழைகளும் இருப்பதாக நம்புகின்றனர்.

பெருந்தமனியில் உயரும் குருதி அழுத்தம் அதன் சுவர்களை விரியச் செய்வது, பெருந்தமனி நரம்பின் ஏற்பிகளுக்கு இயற்கைத் தூண்டுகையாக ஆகிறது. விரிகிற பெருந்தமனியின் சுவர்கள், அச் சுவற்றில் பொதிந்துள்ள, உறுப்பிடை ஏற்பிகளுக்கு எடுத்துக் காட்டாகத் திகழ்கின்ற ஏற்பிகளுக்குப் பொறி நுட்பத் தூண்டுகையாகச் செயல்புரிகின்றன. இவ் வேற்பிகள் பொறி நுட்ப ஏற்பிகள் குழுவைச் சார்ந்த அழுத்த அல்லது 'அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகள்' ஆகும்.

சையானுக்கும், லுட்விக்குக்கும் 60 ஆண்டுகளுக்குப்பிறகு இதேபோன்ற ஏற்பிகள் கழுத்துத் தமனி, வெளிக் கழுத்துத் தமனி உட்கழுத்துத் தமனிகளாகப் பிரியும் இடத்தில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது (படம் 63). இவ் விடத்திலுள்ள கழுத்துத் தமனிப் பையில் புலன் நரம்பு நுனிகளுடன் பல நரம்பு நுண்ணியங்களும் இருக்கின்றன. கழுத்துத் தமனிப் பையிலிருந்து உட்செல் நரம்புகள் 'கழுத்துப் பை நரம்பு' என்றழைக்கப்படும் [சில சமயங்களில் இவைகள் 'கெரிங்கின் நரம்பு' என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன] இந் நரம்பிழைகள் நா-தொண்டை நரம்புடன் சேர்ந்து [9ஆவது மண்டை நரம்பு] முகுளத்துக்குச் செல்கின்றன.

கழுத்துத் தமனிப் பையின் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளின் சிறப்பியல்புகள் பொதுவாகப் பெருந்தமனி வளையின் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளுடன் ஒத்திருக்கின்றன. ஆகவேதான் இவை இரண்டையும் இணைத்து அடிக்கடி 'பெருந்தமனி-கழுத்துப்பகுதி' அல்லது பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப்பைப்

பகுதி] எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. கழுத்துத் தமனிப் பையின் ஏற்பிகள், பெருந்தமனி வளைவின் ஏற்பிகளைப் போலவே குருதி அழுத்த உயர்வால் தூண்டப்படுகின்றன.



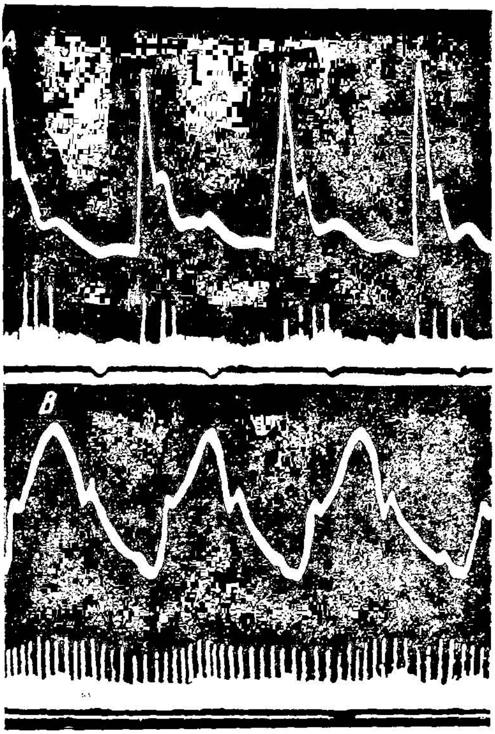
படம் 63. மனிதரில் கழுத்துத் தமனிப்பை அமைப்பின் படம்
[ஃகெய்மன்சை ஒட்டி வரையப்பட்டது]

1. கழுத்துத்தமனி; 2. கழுத்துத் தமனிப்பை; 3. வெளிக் கழுத்துத் தமனி; 4. உட்கழுத்துத் தமனி; 5. கழுத்து நரம்பு; 6. நா-தொண்டை நரம்பு.

இவைகளின் உட்செல் நரம்புகள் தூண்டப்படும்பொழுது, அவை மறுவினைகள்மூலம் குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தின் உரத்தைக் குறைக்கின்றன; இதயத்துக்குச் செல்லும் தெளிவறு நரம்பிழைகளின் மையத்தைத் தூண்டுகின்றன. இதனால் குழாய்கள் [குறிப்பாகக் குறுந்தமனிகள்] விரிவடைகின்றன; இதயத் துடிப்பு விரைவு குறைகிறது. சில புள்ளியியல்படி, கழுத்துத் தமனிப் பையின் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகள், பெருந்தமனியின் ஏற்பிகளைவிட மிகுதியாகக் கிளர்ச்சி அடையும் தன்மையுள்ளன என்று தெரிய வருகிறது.

மாசியூவால் முதலில் செய்த ஆய்வில் கண்ணாடிக்குழாய் ஒன்று கழுத்துத் தமனி வழியாக அதன் கிளைத்தமனி

ஒன்றினுள் [மற்ற கிளைகள் கட்டப்பட்ட] செருகப்பட்டது. ஆய்வுக் கேற்றபடி நீரின் அழுத்தத்தைப் பல நிலைகளிலும்



படம் 64. குருதி அழுத்தத்தைப் பொறுத்துக் கழுத்து நரம்பின் ஒவ்வொரு நாரின் செயல் மின்வலி

ஆய்வு 'A'யில் தமனி அழுத்தம் 55 மி.மீ.; ஆய்வு 'B'யில் 135 மி.மீ. பா-ம்.

மாற்ற இயன்ற ஒரு தேக்கியுடன் குழாய் இணைக்கப்பட்டதால், கழுத்துத் தமனிப் பையில் மாறுபட்ட அழுத்தங்களை உருவாக்க இயன்றது. கழுத்துத் தமனிப்பை பொதுச் சுற்றோட்டத்தில் இருந்து ஒதுக்கப்பட்டது; நரம்புகள்மூலம் அதன் ஏற்பிகள் நடுநரம்பு மண்டலத்துடன் கொண்டிருந்த தொடர்பு நிலை நிறுத்தப்பட்டது. இவ் வமைப்பின்மூலம் கழுத்துத் தமனிப் பையின் மாறுபட்ட அழுத்த நிலை, குருதி அழுத்தத்தில் விளைவித்த மாறுபாடுகளையும், நீருடன் சேர்க்கப்பட்ட பல்வேறு வேதியியல் பொருட்கள் கழுத்துத் தமனிப்பை

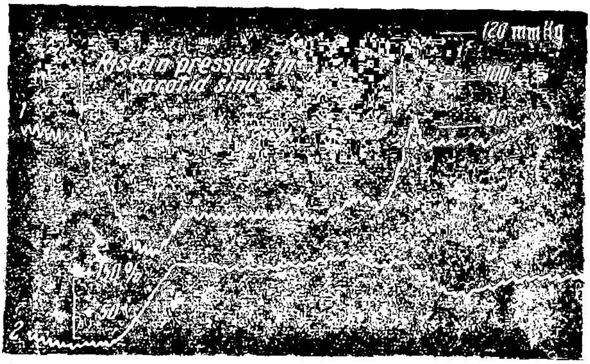
ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதன்மூலம் விளைவித்த மாறுபாடுகளையும் அறிதல் எளிதாகும். மிகுதியான சிக்கல் வாய்ந்த மற்றோர் ஆய்வில் கண்ணாடி, இரப்பர் குழாய்கள்மூலம் இந்த ஆய்வு விலங்கின் கழுத்துத்தமனிப் பைகளும், மற்றொரு விலங்கின் சுற்றோட்டத்துடன் இணைக்கப்பட்டன. குருதி உறைதலைத் தடுக்கச் சிறப்பான முன்னேற்பாடுகள் மேற்கொள்ளப் பட்டன [ஃகீமன்சு].

பொதுவாக, கழுத்துத் தமனிப் பை சுற்றோட்டத்தில் உள்ளடக்கப்பட்டிருந்தால், கழுத்துத் தமனிகளில் இதயச் சுருக்கத்தின்போது குருதி அழுத்தம் 100 முதல் 120 மி.மீ. பா-ம். (Hg.) ஆக இருக்கும். நீர் உள் ததும்பவிட்ட (perfuse) விலங்கின் கழுத்துத் தமனிப்பையில் இதே அளவு அழுத்தத்தை உருவாக்கினால், இதேபோன்ற குருதி அழுத்த அளவு நிலைநிறுத்தப்படும். ஆனால், உள் ததும்பவிட்ட கழுத்துத் தமனிப் பையில் அழுத்தம் 180 முதல் 200 மி.மீ. பா-ம். (Hg.) வரை உயர்த்தப்பட்டால், குருதி அழுத்தம் சீர் அளவிற்குக்கீழ் குறையும். இதற்கு மாறாகக் கழுத்துத் தமனிப் பையினுள் ததும்பவிட்ட நீரின் அழுத்தம், குருதி அழுத்தத்தைவிடக் குறைவாக இருந்தால் தமனிகளின் அழுத்தம் இயல்பற்ற நிலைக்கு [180 முதல் 220 மி.மீ. பா-ம் (Hg.) வரை] உயர்கிறது.

இவ் வாய்வுகளிலிருந்து, இதயச் சுழற்சியின்போது நிகழும் குருதி அழுத்த மாறுபாடுகளால், கழுத்துத் தமனிப்பை, பெருந்தமனி வளைவு ஆகியவற்றின் ஏற்பிகள் கிளர்ச்சியடைந்து, நடுநரம்பு மண்டலத்துக்குத் தூண்டலைகளை அனுப்புகின்றன. இத் தூண்டலைகள் குழாய்ச் சுருக்கு மைய நரம்பிழைகளின் உரத்தை ஒரு நிலைக்குக் கொண்டு வருவதுடன் தெளிவறு நரம்பு மையத்தைத் தூண்டுவதன்மூலம் இதயச் செயல் முறைகளைத் தடைப்படுத்தவும் செய்கின்றன.

பெருந்தமனி, கழுத்துத்தமனி நரம்பிழைகளில் உயிர்-மின் ஆற்றல் [செயல்முறை மின்வலி] பற்றிய ஆய்வுகள், கழுத்துத் தமனிப் பையில் அழுத்தம் குறைந்தால் அதன் ஏற்பிகளில் தோன்றும் கிளர்ச்சித் தூண்டலைகள் குறைந்து, இடைப்பட்ட காலம் மிகுதியாகிறது என்று காட்டுகின்றன. பெருந்தமனி வளைவிலிருந்தும், கழுத்துத் தமனியிலிருந்தும் செல்லும் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பித் தூண்டலைகளின் விரைவு முடுக்கப் படும்பொழுது இத் தூண்டலைகள் குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தினை மேன்மேலும் தடைசெய்கின்றன; இதயத்தைத் தடைசெய்யும் தெளிவறு நரம்பின் மையத்தைத் தூண்டுகின்றன.

ஆகவே, பெருந்தமனி வளைவிலும், கழுத்துத்தமனிப் பையிலும் குருதிஅழுத்தம் உயர்வதைப் பொறுத்து மிகுதியான தூண்டலைகள், அவைகளின் ஏற்பிகளிலிருந்து செல்வதால் மறுவினைகள்மூலம் குருதி அழுத்தத்தைக் குறைக்க வகை செய்கிறது.



படம் 65. கழுத்துத் தமனிப் பையில் குருதி அழுத்தம் உயர்ந்ததால் தமனிகள் அழுத்தத்திலும் (1) குருதி அளவிலும் (2) ஏற்பட்ட விளைவுகள்

மறுவினைகளால் கழுத்துத் தமனிப் பையில் உயர்ந்த அழுத்தம், கைகால்களின் குழாய்களை விரிவடையச் செய்வதன்மூலம் அழுத்தம் குறைகிறது.

கழுத்துத்தமனி நரம்பின் தூண்டலைகள் ஒவ்வொரு இதயச் சுருக்கத்தின்போதும் முடுக்கப்படுகின்றன; இது விரிதலின்பொழுது முழுதுமாக மறைவதில்லை. இதனால் விரிவின்போதும் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகள் தூண்டப்படுவதால் மறுவினைகள்மூலம் குழாய்ச் சுருக்கி மையக் கிளர்நிலையைத் தடைசெய்வதுடன், தெளிவறு நரம்பின் மையத்தைத் தூண்டுவதன் மூலம் இதயச் செயல்முறைகளைத் தடைசெய்கின்றன. ஒவ்வொரு சுருக்கத்தின்போதும் பெருந்தமனி, கழுத்துத்தமனிகளின் சுவர்கள் விரிவடைவதால், அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளைத் தூண்டி அவைகளின் மறுவினை வயங்களை மிகுதிப்படுத்துகிறது.

பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப் பகுதிகளின் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளிலிருந்துத் தூண்டலைகள் நடுநரம்பு மண்டலத்தை அடையவில்லையானால், 'குழாய்ச் சுருக்கி மையம்' மிகுதியாகக் கிளர்ச்சியடைவதால் குருதிக் குழாய்கள் மிக உறுதியாகச் சுருக்கப்படுவதுடன், தெளிவறு நரம்பின் உரம் குறைந்து இதயத் துடிப்பு மிக விரைவடைதலால் குருதி

அழுத்தம் இயல்பு கடந்து உயர்கிறது. சான்ருக, நாயின் பெருந்தமனி, கழுத்துத் தமனி நரம்புகள் துண்டிக்கப்பட்ட பின்பு குருதி அழுத்தம் 180 முதல் 220 மி.மீ. பா-ம் (Hg) ஆக உயர்வதுடன் நீண்ட நேரத்துக்கு வழக்க நிலையை அடைவதில்லை [சில ஆய்வு முடிவுகளின்படி உயர்ந்த அழுத்தம் வழக்க நிலையை அடைவதேயில்லை].

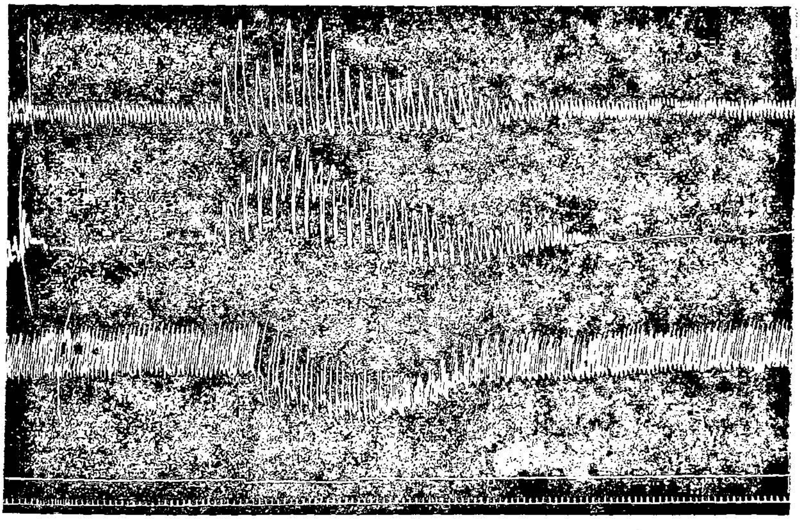
கழுத்துத் தமனிகளைச் சேர்த்து அழுத்தினுல், அஃதாவது கழுத்துத் தமனிப் பையைச் சுற்ருேட்டத்திலிருந்து ஒதுக்கி விட்டால், அவைகளின் ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதால், குருதி அழுத்தம் கழுத்துத் தமனிகள் சேர்த்தழுத்தப்படும்வரை உயர்கிறது. இதற்கு மாருக, செயல்முறையால் கழுத்து நரம்பு தூண்டப்படுவதுபோல குருதி அழுத்த உயர்வுக்கும் தூண்டப் படுவதால், குருதி அழுத்தம் குறைகிறது. முதலில் கூறிய ஆய்வின் நிகழ்ச்சிகளில் கைகால்கள், வயிற்றறையின் குருதிக் குழாய்கள் மறுவினைகளால் சுருங்குகின்றன; இரண்டாவதில் இக் குழாய்கள் விரிவடைகின்றன.

இயற்கையான நிலைகளில், கழுத்துத் தமனிப் பைச் சுற்ருேட்டத்திலிருந்து ஒதுக்கப்படுவதில்லையாதலால் அவைகளின் ஏற்பிகள் கழுத்துத் தமனியின் அழுத்தத்தால் தாக்கப் படுகின்றன. இதுபோலவே பெருந்தமனி வளைவின் ஏற்பிகள் இதையொத்த பெருந்தமனியின் அழுத்தத்தால் தாக்கப்படுகின்றன. குருதி அழுத்தம் உயர்வதைப் பொறுத்து பெருந் தமனி, கழுத்துத் தமனி ஏற்பிகளின் தூண்டப்படுதலும் வலுவடைகின்றன. ஆகவே, தமனி அழுத்தம் வழக்கமான நிலையைவிடக் குறைந்தால் ஏற்பிகளிலிருந்து செல்லும் குழாய்ச் சுருக்கி மையத்திற்கான வயத்தன்மை குறைகிறது. இத் தூண்டுகைகளால் நிகழ்த்தப்பட்ட தெளிவறு நரம்பு மையத்தின் கிளர்நிலை வயத்தன்மை குறைகிறது. இதன் முடிவாகக் குழாய்களின் சுருங்கும் உரம் மிகுதியடைய, இதயத் துடிப்பு முடுக்கப்படுவதால் குருதி அழுத்தம் உயர்கிறது. இதற்கு மாருக, குருதி அழுத்தம் வழக்க நிலையைவிட உயர்ந்தால், பெருந்தமனி, கழுத்துத்தமனிப் பகுதிகளில் அமைந்திருக்கும் ஏற்பிகளின் தூண்டல்கள் உயர்வதன்மூலம் ‘குழாய்ச் சுருக்கி மையம்’ தடைப்படுத்தப்படுகிறது; தெளிவறு நரம்பு மிகுதியாகத் தூண்டப்படுகிறது. தடைப் படுத்தப்பட்ட ‘குழாய்ச் சுருக்கி மையம்’ குழாய்களின் உரத்தைக் குறைத்து அவைகளை விரிவடையச் செய்கின்றது; கிளர்ச்சியடைந்த தெளிவறு நரம்பு மையம் இதயத் துடிப்பைக்

குறைக்க வழிகோலுகிறது. இம் மாற்றங்களின் விளைவுகளினால் தமனியின் அழுத்தம் வழக்க நிலைக்குத் திரும்புகிறது.

கழுத்துத் தமனிப் பையிலிருந்தும், பெருந்தமனி வளைவிலிருந்தும் குருதி அழுத்த மாறுபாடுகளினால் தோன்றுகின்ற மறுவினைகளைக் குருதி அழுத்தத்தைச் சமப்படுத்தும் மறுவினைகள் என்று குறிப்பிடலாம்; குருதி அழுத்தம் குறைவாயிருந்தால் அதை மிகுதிப்படுத்தவும், உயர்வாயிருந்தால் அதைக் குறைக்கவும் இம் மறுவினைகள் வழிகோலுகின்றன.

மறுவினைகளால் குழாய்ச் சுருக்க நரம்புகளின் உரம் உயரும்போது குழாய் விரிவடையச் செய்யும் நரம்புகளின் உரம் குறைகிறது. அதேபோல் குழாய்ச் சுருக்கியின் உரம் குறையும்போது, விரிவு நரம்புகளின் உரம் உயர்கிறது.



படம் 66. வலது கழுத்துத் தமனி நரம்பைத் தூண்டி, நாயின் குருதியழுத்தம் குறைக்கப்பட்டபொழுது, குடல்-கல்லீரல் சிரையின் கொள்ளளவு [நடு வளைகோடு], குருதி யழுத்தம் [கீழ் வளைகோடு], உயிர்த்தல் [மேலே] [தானிலெவ்]

பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப் பகுதிகள் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளைமட்டும் உடையன அன்று. கழுத்துத் தமனிப் பருப்பு, வேதி ஏற்பிகள் திரளைக் கொண்டிருக்கிறது. இவ் வேதிஏற்பிகள் அவைகளைச் சூழ்ந்துள்ள குருதிச்

சேர்க்கையின் மாறுபாடுகளால் தூண்டப்படும். கரி-இரு-உயிரியையும், நீரிய அயனிகளும் மிக இன்றியமையாத தூண்டுகைகளாகும். வேதி ஏற்பிகள் குருதியில் கரைந்துள்ள உயிரியம் குறைந்தாலும் தூண்டப்படுகின்றன.

பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப் பகுதிகளின் வேதி ஏற்பிகள் தூண்டுதலால் நிகழும் விளைவுறுப்பின் செயல் முறைகள், இப் பகுதிகளின் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளினுடைய செயல் முறைகளுக்கு மாருக இருக்கும்.

குருதியில் கரியமில அளவு குறைந்தால் அல்லது உயிரியத்தின் அளவு குறைந்தால் வேதிஏற்பிகளைத் தூண்டுவதன்மூலம் குழாய்ச் சுருக்கிகளின் உரத்தை உயர்த்துகிறது; இதயச் செயல்முறைகளை மிகுதிப்படுத்துகிறது. இம் மாற்றங்கள் கரி-இரு-உயிரியை உள் உயிர்த்தலின்பொழுதும் உயிரியம் குறைந்த தொடக்க நிலையிலும், உயர்கின்ற குருதி அழுத்தத்திற்கான காரணத்தை விளக்குகின்றன.

நுரையீரல் சுற்றோட்டத்தினுடைய, வயிற்றறையின் தமனிகளினுடைய ஏற்பிகள்

பெருந்தமனிப் பகுதியில் மட்டுமல்லாது, நுரையீரல் தமனியிலும், அதன் கிளைகளிலும், வயிற்றறைத் தமனிகளிலும், பெருஞ்சிரைகளிலும் ஏற்பிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. நுரையீரல் தமனியின் ஏற்பிகளும் [பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப் பகுதியைப்போலவே] அத் தமனியின் அழுத்தம் உயரும்பொழுது தூண்டப்படுகின்றன. நுரையீரல் சுற்றோட்டத் தமனிகள் தூண்டப்பட்டதன் விளைவாகப் பொதுச் சுற்றோட்டத் தமனிகள் விரிவடைவதால் குருதி அழுத்தம் குறைக்கப்பட்டு நுரையீரல் குருதித் தேக்கம் தவிர்க்கப் படுகிறது.

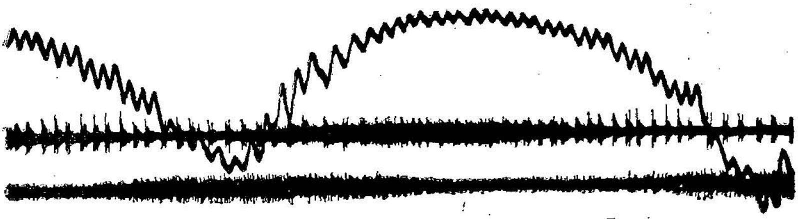
குருதி அழுத்தம் உயரும்பொழுது வயிற்றறையின் பெரிய தமனி ஏற்பிகளும் தூண்டப்படுவதால், மறுவினைகள்மூலம் குருதி அழுத்தம் சமப்படுத்தப்படுகிறது.

பெரிய குருதிக் குழாய்களின் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளில் தோன்றும் மறுவினைகளின் இன்றியமையாமை

பெருந்தமனி வளைவின், கழுத்துத் தமனிப் பையின் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளின் [வயிற்றறைத் தமனிகளின்,

நுரையீரல் தமனிகளின் ஏற்பிகளும் கூட] சுற்றோட்ட மறு வினைக் கட்டுப்பாடு, 'மாறாக் குருதி அழுத்த' நிலை நிறுத்த லுக்குக் காரணமாகும்.

சீரான, மயக்கமூட்டப்படாத விலங்கின் மாறாக் குருதி அழுத்த நிலைநிறுத்தம், பல்வேறு மாறுபட்ட நிலைகளில் பாவுலோவால் 1879—83 வரை பார்த்தறியப்பட்டது.

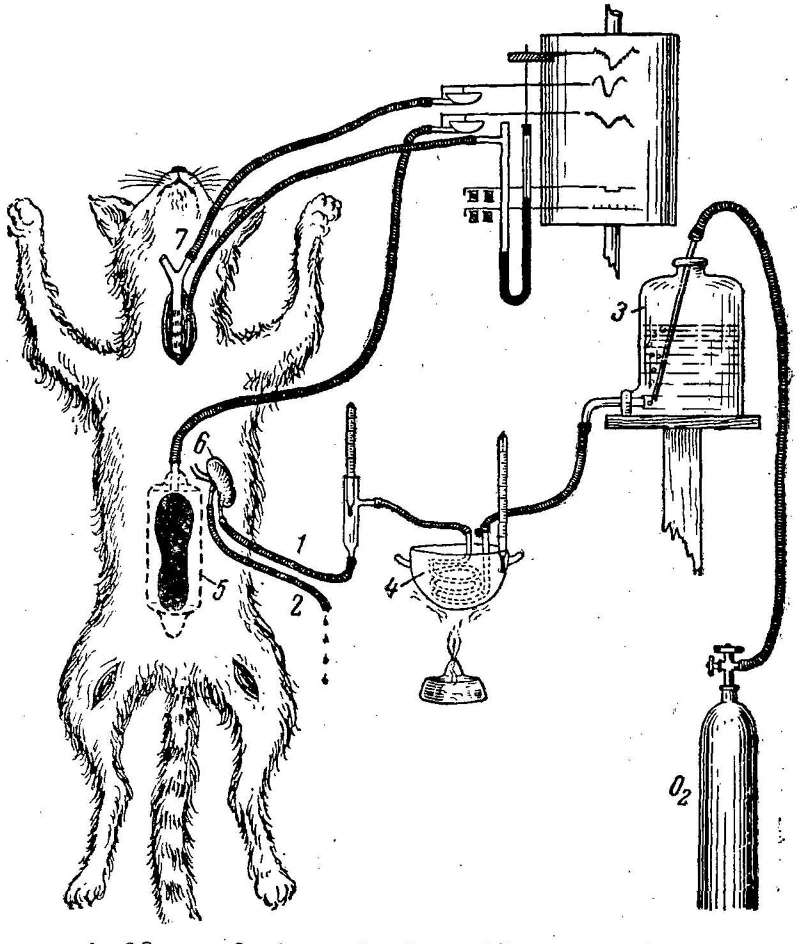


படம் 67. முயலின் மண்டையுள் அழுத்தம் உயர்ந்ததால் நிகழ்ந்த குருதி அழுத்த மாறுபாடுகளின்மூலம் உண்டான கழுத்துப் பரிவு நரம்பின், பெருந்தமனி நரம்பு நார்களில் உண்டான உயிர்-மின்னாற்றல் மாறுபாடுகள் அலைபதிவியால் பதியப்பட்டது.

பாவுலோவ், வயிற்றறைக் குழாய்கள் விரிவடையும் பொழுது தோலின் குழாய்கள் மறுவினைகளால் சுருங்குவதைக் காண்பித்தார். கரி-இரு-உயிரியை குருதியில் பெருகும் பொழுதும் குருதி ஒழுக்கின்போதும், மாற்றி-உட்செலுத்தும் போதும் குருதி அழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும் பாவுலோவ் உறுதிப்படுத்தினார். தெளிவறு நரம்புகள் கொண்டுசெல்லும் தூண்டலைகள் மறுவினைகள்மூலம் குருதி அழுத்தத்தைச் சமப்படுத்துவதால், அந் நரம்புகள் துண்டிக்கப்பட்டபின் குருதி அழுத்தத்தில் விளையும் பெரும் மாறுபாடுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

உயிரமைப்பின் வாழ்க்கையில் பல்வேறு நேரங்களில் இந்த ஈடு செய்யும் நுட்ப முறை மறைந்துவிடுவதால் குருதி அழுத்தம் குறைகிறது [சான்றாக உணவு உட்கொண்டபின் வயிற்றறையின் குழய்ாகள் விரிதல், நிற்கும் நிலையில் மிகுதி யான குருதி கால்களுக்குப் பாய்தல், தசைப் பணிகளின் போது மிகுதியான அளவு குருதி அவைகளில் பாய்தல், வெப்பச் செயல் முறைகளால் தோலின் குழாய்கள் விரி வடைதல் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்]. அதே நேரத்தில் வெளிப்புற ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால் மறுவினைகளால் குருதி அழுத்தம் உயர வழி கோலுகிறது. குருதி அழுத்தம் குறையும்

பொழுதும், உயரும்பொழுதும் பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப் பகுதிகளின் ஏற்பிகளில் நிகழும் தூண்டுதல்.



படம் 68. குருதி ஓட்டமூலம் உள் உறுப்பிடை ஏற்பிகள் தூண்டப் பட்டால் தோன்றும் மறுவினை வயங்களை ஆயும் ஆய்வின் படம்

1. கண்ணாடிக் குழாய் உட்செல் குழாயுடன் (6) மண்ணீரலின் தமனிக்குள் செருகப்பட்டது. 2. வெளிச்செல் குழாய் மண்ணீரல் சிரையுடன் இணைக்கப்பட்டது. 3. அழுத்த மாறுபாட்டுத் தேக்கியிலிருந்து உறுப்புக்கு நீர் பாய்ச்சப்பட்டது. பாய்ச்சப்பட்ட நீர் உயிரியமூட்டப் பட்டது. 40°C வெந்நீரில் ஆழ்த்தப்பட்டது. நீர் பாய்ச்சப்பட்ட உறுப்பின் நரம்புத் தொடர்கள் நிலையாக இருந்தன. அழுத்த வேறுபாடு பதிவு குருதி அழுத்தத்தையும், குடலின் கொள் அளவையும், உயிர்த்தலையும் பதிவு செய்கிறது.

மாறுபாடுகள் மறுவினைகளால், இதயச் செயல்முறைகளையும், குருதிக் குழாய்களின் நிலையையும் மாற்றுவதன் மூலம் பொதுக் குருதி அழுத்த அளவைப் பழைய நிலைக்கு மாற்ற வேண்டிய சூழ்நிலைகளை உருவாக்குகின்றது. மின்-உடலியங்கியல் ஆய்வுகளால் குருதி அழுத்தம் உயரும்பொழுது குறைகின்ற பரிவு நரம்பின் தூண்டலைகள், அதனால் உட்செல் பெருந்தமனி நரம்பில் முடுக்கப்பட்ட தூண்டலைகள் மறுவினைகளால் குருதிக் குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தைத் தடைசெய்யப்படுதல் ஆகியவற்றைப் பதிக்க இயலுகிறது.

பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப் பகுதிகளின் ஏற்பிகளின் வழக்கமான எதிர்வினைகளும், குறிப்பாக நடுநரம்பு மண்டலத்தின் செயல் முறை நிலைகளும் பழுதுபட்டால், சுற்றோட்டக் கட்டுப்பாடு சீர்குலைவதனால், குருதி அழுத்தம் வழக்கமான நிலையிலிருந்து எளிதாகப் பிறழ்ந்து செல்லும்.

மறுவினைகளால் குருதி அழுத்த அளவு நிலைப்படுத்தப் படுவது மறுவினைக் கட்டுப்பாட்டுக்குச் சான்றாகும். உடலியங்கியல் மாறுபாடுகளால் தூண்டப்படும் ஏற்பிகள், அவைகளின் தூண்டுதலால் நிகழும் மறுவினைகளின் மூலம் உடலியங்கியல் செயல் முறைகளை ஒருமுகப்படுத்துகின்றன. இந்த முறையான கட்டுப்பாடு—'தன்னியக்கக் கட்டுப்பாடு' (Auto-regulation) என்று குறிப்பிடப்படும். இத் தன்மைகள் உடலியங்கியல் செயல்முறை நிறைவேற்றப்பட்டதும் மறுவினைகள் தோன்ற வகை செய்கின்றன. இம் மறுவினைகள் அது தோன்றக் காரணமான மாற்றங்களை விலக்குகின்றன.

சிறு குருதிக் குழாய்கள், திசுக்கள் ஆகியவற்றின் ஏற்பிகளினுடைய சுற்றோட்ட மறுவினை வயங்கள்

பல நூலாளர்கள் பெரிய தமனிகளில்[பெருந்தமனி,கழுத்துத் தமனி குடல் மடக்குறைத் தமனி, நுரையீரல் தமனி] மட்டுமே ஏற்பிகள் இருப்பதாக நம்பியபொழுது செர்னிகோவ்சுகியும், அவரது குழுவினரும் [பைகோவின் தலைமையில் இயங்கும் ஆய்வுக் கூடத்தில்] அதன் பின் மற்ற ஆய்வாளர்களும், அனைத்து உறுப்புகளிலும், திசுக்களிலும், குருதிக் குழாய்களிலும் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளும், வேதி ஏற்பிகளும் இருப்பதைக் கண்டறிவித்தனர்.

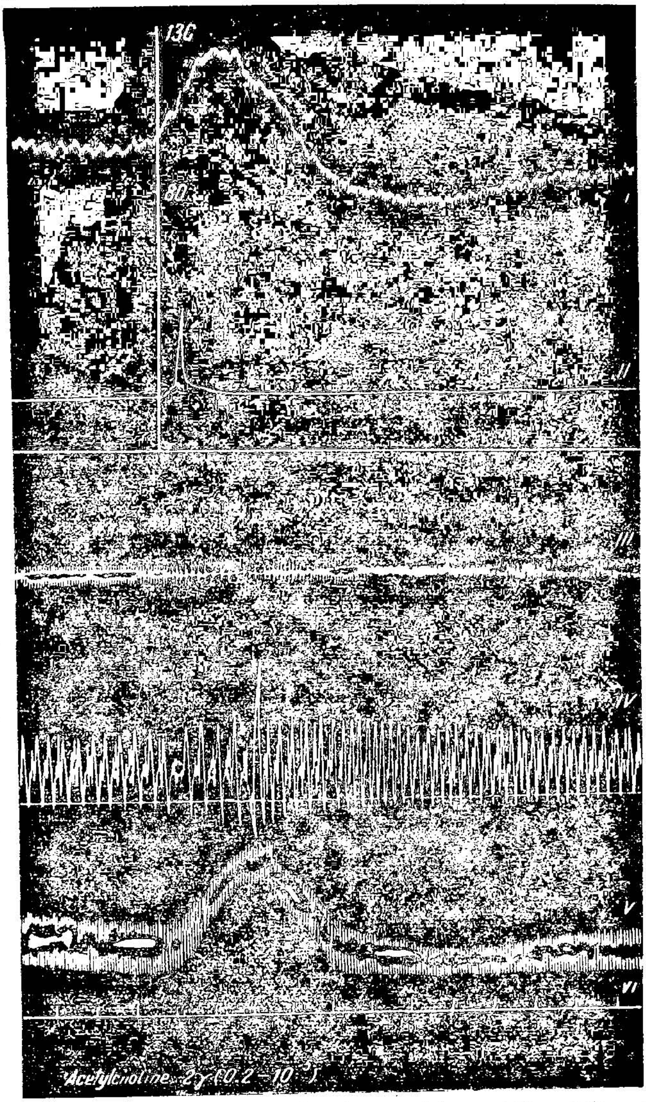
வழக்கமான நரம்புத் தொடர்களுடைய உள் உறுப்புகளில் பாயவிட்ட தளும்பும் நீர்மையின் உயரும் அழுத்தம்

மறுவினைகளின் மூலம் தமனிக் குருதி அழுத்தத்தில் மாறுபாடு களை உண்டாக்குகிறது. சிலவற்றில் குருதி அழுத்தம் உயர் கிறது. மண்ணீரலின் குழாய்களில் பாயும் நீர்மையின் அழுத்தம் உயர்ந்தால் மறுவினைகள் மூலம் குருதி அழுத்தம் வழக்கமாக உயர்கிறது. ஆனால் குடல், கல்லீரல், சிறு நீரகங்கள் ஆகிய இவற்றின் குருதிக் குழாய்களில் பாயும் நீர்மையின் அழுத்தம் உயர்ந்தால், மறுவினைகளால் குருதி அழுத்தம் குறைகிறது.

வேறுபட்ட உறுப்புகளின் சிறு குழாய்களில் அல்லது திசுக்களில் அமைந்திருக்கும் ஏற்பிகள் வேதித் தூண்டுதல் களால் தூண்டப்படுகின்றன. நரம்புத் தொடர்புடைய உறுப்புகளின் குழாய்களில் பாயும் கரைநீருடன் கரி அமிலம், இலாக்டிக் அமிலம், அசிட்டைல் கோலின் ஆகியவை சேர்க்கப் பட்டால் மறுவினைகளால் பிற குருதி பாயும் பகுதிகளின் குறுந்தமனிகளைச் சுருக்குவதன் மூலம் இவை குருதி அழுத் தத்தை உயர்த்துகின்றன (படம் 69). உள் உறுப்புகளின் உறுப்பிடை ஏற்பிகளைத் தூண்டினால் [அழுத்த மாறுபாட் டேற்பிகளும், வேதி ஏற்பிகளும்] மறுவினைகளால், தமனிக் குழாய்கள் சுருங்குகின்றன [சிறப்பாக வயிற்றறைக் குருதிக் குழாய்கள்]. முகுளத்துக்கு மேலேயுள்ள பெருமூளையை நீக்கியபின், இவ் விளைவுகள் குறைவாகவே நிகழ்கின்றன.

தூண்டப்பட்டால் மறுவினைகள் மூலம் குருதி அழுத்த மாறுபாடுகளை விளைவிக்கும் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகள், வேதி ஏற்பிகள் ஆகியவை வயிற்றறையின் அனைத்து உறுப்புக் களிலும், இன உறுப்புகள், எலும்புச் சோறு, இதய உறை ஆகியவற்றின் குருதிக் குழாய்களிலும், திசுக்களிலும், தெளி வாகக் கூறினால் அனைத்து உறுப்புகளிலும் அமைந்திருக் கின்றன.

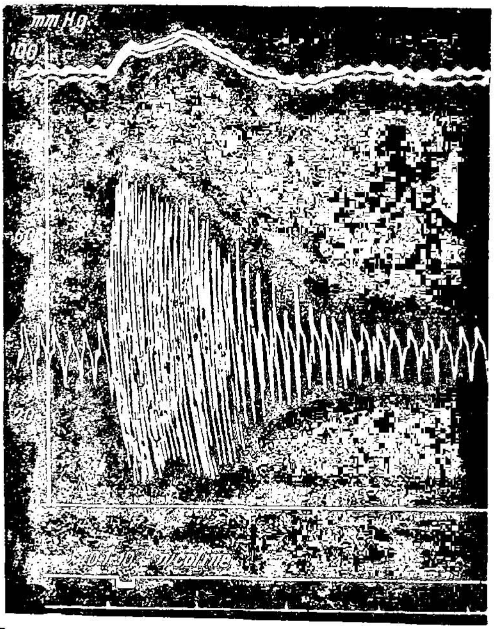
வேதி ஏற்பிகள் பல்வேறு உறுப்புகளின் திசுக்களில் அமைந்திருக்கின்றன. ஆனால், அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகள் முதன்மையாகக் குருதிக் குழாய்ச் சுவர்களிலும், அதனைச் சூழ்ந்த திசுக்களில் மட்டுமே அமைந்திருக்கின்றன என்று நம்புவதற்குச் சான்றுகள் இருக்கின்றன. இருந்தபோதிலும் வேதி ஏற்பிகள், குருதியிலுள்ள பல்வேறு வேதிப்பொருட்கள் தந்துகிச் சுவர்களில் எளிதில் ஊடுருவிச் செல்வதால் தூண்டப் படுகின்றன. இத்துடன் ஒவ்வோர் உறுப்பின் வளர்சிதை மாற்ற மாறுபாடுகள் அனைத்தும், வேதி ஏற்பிகளின்



படம் 69. 0·000002 கிராம் அசிட்டைல்கோலின் நரம்புத் தொடர்புடைய பொதுச் சுற்ரேட்டத்திலிருந்து தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட குடல் பகுதியின் குழாய்கட்குள் செலுத்தியதால் குருதி அழுத்தத்தின் மறுவினை விளைவுகள்

(I) பொதுக் குருதி அழுத்தம்; (II) தனித்துப் பிரிக்கப்பட்ட குடலுடைய அசைவுகளின் பதிவு; (III) நீர் பாய்ச்சப்பட்ட குடலின் குழாய்களிலிருந்து வெளிவரும் நீர்ச் சொட்டுகளின் எண்ணிக்கைப் பதிவு; (IV) உயிர்த்தலின் பதிவு; (V) சவ்வு அழுத்த அளவையால் பதிவு செய்யப்பட்ட குருதி அழுத்தம் (VI) கால இடைவெளி. அடிக்கோடு அசிட்டைல்கோலின் உட்செலுத்தப்படுவதைக் குறிப்பிடுகிறது [செனிகோவுசுகியின் ஆய்வு].

தூண்டுதல்களில் மாறுபாடுகளைத் தோற்றுவிப்பதால், அவைகள் மறுவினைகள் மூலம் சுற்றோட்டத்தைப் பாதிக்கின்றன. இவைகளைத் தவிர பல்வேறு உறுப்புகள், குருதி அழுத்தத்தால் தூண்ட இயலாத, ஆனால் அவ்வுறுப்புகளில் இயங்கு தசைகளின் நீளுதலாலும், விரிதலாலும் தூண்டப்படும் இயல்புடைய பொறி நுட்ப ஏற்பிகள் (mechano-receptors) அமைந்திருக்கின்றன. இதைப்போன்ற பொறி நுட்ப ஏற்பிகள், உணவுக்குழல், இரைப்பை, குடல், பித்தப்பை, சிறுநீரகப்பை, வயிற்றுறை, இதய உறை, மூளை உறை ஆகிய உறுப்புகளில் அமைந்துள்ளன. இதே உறுப்புகள் [அனைத்திலும் இல்லாவிட்டால் கூட] நோவுத் தூண்டுகை ஏற்பிகளும் கொண்டுள்ளன.



படம் 70. எலும்புச் சோரின் வேதி ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதால் குருதியழுத்தத்திலும் [மேலே] உயிர்த்தலிலும் [இரண்டாவது] ஏற்படும் விளைவுகள்

0·00001 மி. கி. நிகோடின் பூனையின் கால் எலும்புச் சோற்றினுள் செலுத்தப்பட்டதைக் கீழிருந்து 2ஆம் கோடு காட்டுகிறது. கீழ்க்கோடு கால இடைவெளிகளைக் [5 வினாடிகள்] காட்டுகின்றது [செர்னிகோவ்சுகி, யாரோசெவ்சுகி].

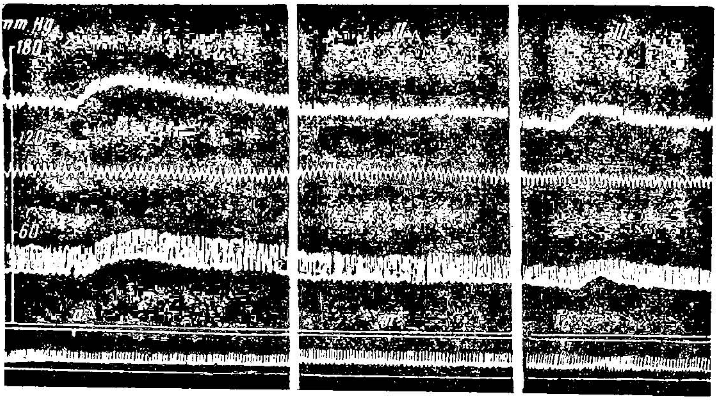
உடல்நிலையும், இவ் வேற்பிகள் அமைந்திருக்கும் உறுப்புகளின் நிலையும் மாறுபடுவதற்கேற்ப, அவைகளின்

தூண்டுதல்களால் நிகழும் எதிர்வினைகளும் வேறுபடுகின்றன. சான்றாக உடல் முழுதும் குளிர்ச்சியடையும்பொழுது குடலின் உறுப்பிடை ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால், குருதி அழுத்தம் உயர்வதற்கு மாருகக் குறைகிறது. பெண் இன உறுப்புகளில் நிகழும் மாற்றங்களினுல், தூண்டப்படும் உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் எதிர்வினைகள் இதேபோல இனச்சுழற்சியின் பல்வேறு பருவங்களில் மாறுபடுகின்றன.

எந்த உறுப்பின் வளர்சிதை மாற்றங்கள் [நோயியல் தொல்லைகள்] மாறுபட்டாலும் குருதிக்குள் செல்லும் அவ்வுறுப்பின் வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. இம் மாற்றம் உடலின் மற்ற உறுப்புகளின் வேதி ஏற்பிகளைத் தூண்டும் நிலைகளை உருவாக்குகின்றன. இப்படியாகச் சுற்றோட்டம், திசுக்களின் தேவையான பொருட்களைக் கொண்டு சேர்ப்பதனுலும், வளர்சிதை மாற்ற முடிவுப் பொருட்கள் விலக்குவதனுலும், திசுக்களில் வளர்சிதை மாற்றங்கள் நடைபெற வகை செய்வதுடன், இம் முறைகளிலிருந்து பிரிக்க இயலாத தொடர்புடைய குருதிச் சுற்றோட்ட, உயிர்த்தலை மறுவினைகளால் தாக்கும் பல்வேறு உறுப்புகளின் ஏற்பிகளிடையே தொடர்பை ஏற்படுத்துகின்றது. பல்வேறு குருதிக் குழாய்களின் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகள், வேதி ஏற்பிகள், பொறிநுட்ப ஏற்பிகள் ஆகியவற்றிலிருந்து தோன்றும் தூண்டுகைகள் தொடர்ச்சியாக, குழாய்ச் சுருக்கி நரம்பூட்டத்தின் உரத்தை நிலைநிறுத்துவதுடன் வேறுபட்ட உறுப்புகளிடையே குருதி மாறுபங்கீட்டிற்கும் காரணமாகின்றன. மிகுதியாகப் பணியாற்றும் உறுப்புகளின் [தசைப் பணிகளின்போது தசைகளின், உயர்ந்த வெப்ப நிலையின் போது தோலின், செரித்தலின்போது வயிற்றறை உறுப்புக் களின்] குறுந்தமனிகள் விரிகின்ற, தந்துகிகள் திறக்கின்ற அளவுக்குப் பொதுவாகக் குருதி மறுபங்கீடு செய்யப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் ஓய்விலிருக்கும் உறுப்புகளின் குறுந்தமனிகளும், தந்துகிகளும் சுருங்கும் அல்லது மூடிக்கொள்ளும்.

வழக்கமான நிலைகளில் பெருமூளைப்புறணி பொதுவாக உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் சுற்றோட்ட வயத்தன்மைகளைத் தடை செய்கிறது. இவ் வுண்மையைப் பெருமூளைப் புறணி நீக்கப்பட்ட பின் உள் உறுப்பின் உறுப்பிடை ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால் நிகழும் மிகுதியான குருதி அழுத்த மறுவினை மாறுபாடுகளைக் காண்பதன் மூலம் நிறுவலாம். அதே நேரத்தில் தூண்டும் மின்வலியால் பெருமூளைப் புறணியை நேரடியாகத் தூண்டினுல்

உள் உறுப்புகளின் உறுப்பிடை ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதால் நிகழும் மறுவினை எதிர்செயல்கள் குறைகின்றன (படம் 71).

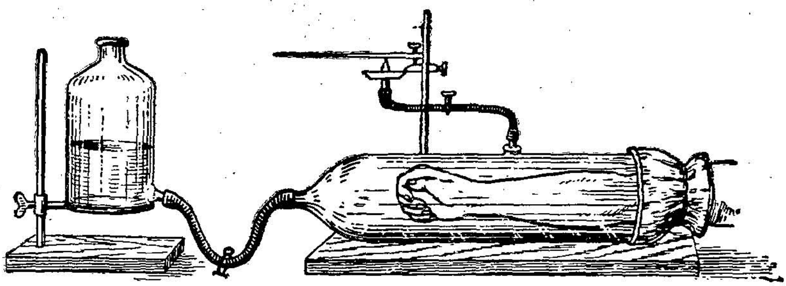


படம் 71. பெருமூளைப் புறணியின் மண்டைப் பக்கப் பிரிவை நேரடி மின் வலியால் தூண்டப்பட்டதால் நிகழ்ந்த குடல் உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் தூண்டுதலால் உண்டான மறுவினை எதிர்ச் செயல்களின் மறைவு. மேலிருந்து கீழ்: குருதி அழுத்தம் [பாதரச அழுத்த அளவையால் பதிவு செய்யப்பட்டது] உயிர்த்தல், சவ்வு அழுத்த அளவையால் பதிவு செய்யப்பட்ட குருதி அழுத்தம் தூண்டுதலின் குறியீடு எழுத்து 'அ' 0.5% நிக்கோட்டின் குருதிக் குழாய்களில் பாய்ச்சப்படும் கரைநீருடன் சேர்க்கப் பட்டதைக் குறிப்பிடுகிறது. வரை படம் I. எதிர்கோடி பெருமூளைப் புறணியைத் தாக்குமுன்பு பதிவு செய்யப்பட்டது. வரைபடம் II. மின்வலி தாக்கி 0·5 நிமிடத்துக்குப் பின்பு பதிவுசெய்யப்பட்டது. வரைப் படம் III. மின்வலிச் செயல் நிறுத்தப்பட்ட 30 நிமிடங்களுக்குப் பின்பு பதிவு செய்யப் பட்டது. அடிப்பதிவு கால இடைவெளி 1 நொடியாகக் குறிப்பிடுகிறது.

பெருமூளைப் புறணியின் வேறுபட்ட நிலைகளைப் பொறுத்து உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் பல்வேறு குழுக்களிலிருந்து தூண்டுதலால் தோன்றும் குருதிக் குழாய்க்கான மறுவினைகளைத் தடை செய்யும் ஆற்றல் மாறுபடுகிறது. உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் தூண்டுதலால் நிகழும் குருதிக் குழாய்க்கான மறுவினைகளைத் தடைசெய்யும் பெருமூளைப் புறணியின் தடை ஆற்றல் குறைந்தால் குருதி அழுத்தம் இயல்பிழந்த உயர்வை அடைகிறது. நடுநரம்பு மண்டலத்தின் இயல்பிழந்த நிலையில் உறுப்பிடைஏற்பிகளில் தோன்றும் தூண்டலைகள் மறுவினைகள் மூலம் சுற்றோட்டச் சீர்குலைவு என்றழைக்கப்படும் பல நோயியல் நிலைகளுக்கு வழிகோலுகிறது. இயற்கையுருவ வல்லுநர்களுக்குக்கூட இன்று வரை அனைத்துச் சிரை அமைப்புகளிலும் அமைந்துள்ள ஏற்பிகளின் இன்றியமையாமையைப் பற்றித் தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

வெளிப்புற ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதால் சுற்ரேட்டத்தில் நிகழும் விளைவுகள்

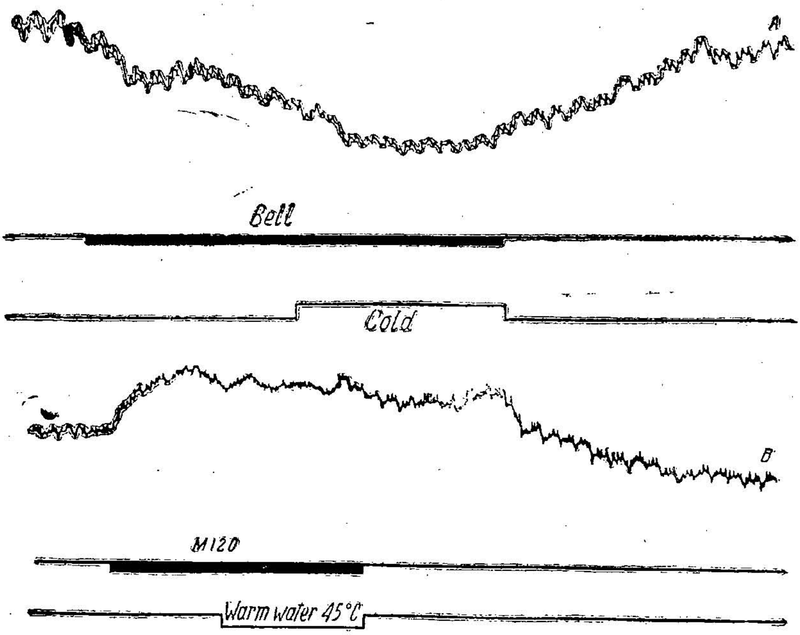
வெளிப்புற ஏற்பிகளின் குறிப்பிட்ட தூண்டுதல் [ஒளி, ஒலி, வெப்பம் அல்லது ஊறு விளைவிப்பதால்] மறுவினைகளால் முதன்மையாகக் குருதிக் குழாய்களைச் சுருக்குகின்றது; இதயச் செயல் முறைகளை மிகுதிப்படுத்துகின்றது. பல்வேறு உறுப்புகளின் குருதி மிகு அளவினை அளந்து ஆய்ந்ததன் மூலம் வெப்பத் தூண்டுதலால் குருதி அழுத்தம் உயர்கிறது என்றும், கைகால்களுக்குப் பாயும் குருதியின் அளவு குறைகிறது என்றும் கண்டறியப்பட்டன.



படம் 72. குருதி ஓட்ட அளவை.

மனிதரில் நோவு உணர்ச்சிகளையும், வெப்ப மாறுபாடுகளையும் உணர இயலாத வெளிப்புற ஏற்பிகள் மீண்டும் மீண்டும் தூண்டப்பட்டால், அவைகளின் இதய, குருதிக் குழாய் மறுவினை மாறுபாடுகள் மெலியத் தொடங்குகின்றன. தொடர்ந்து தூண்டப்பட்டால் பாவுலோவ் கண்டு கூறியதைப் போல மறுவினைகள் தடைப்படுகின்றன. இதற்கு மாருக நோவு அல்லது வெப்ப மாறுபாடுகளை உணரும் ஆற்றலுள்ள ஏற்பிகள் மீண்டும் மீண்டும் தூண்டப்பட்டாலும் குழாய்ச் சுருங்குதல், இதயத் துடிப்பை முடுக்குதல் போன்ற அவைகளின் மறுவினைச் செயல்கள் குறைவதில்லை. ஊறுல் [நோவில்] தூண்டப்படுவதற்குச் சிறப்பான மாற்றங்கள் குருதி அழுத்தம் உயர்வதாகும். இருந்தபோதிலும் தொடர்ச்சியான வலுவுள்ள ஊறுல் (traumatic) தூண்டப்பட்டால் எதிர் வினைகள் தவருன நிலைக்குக்குச் செல்வதால், குருதிக் குழாய்கள் விரிவடையும்; சில போழ்து குருதி அழுத்தம் குறையும்.

தோலைக் குளிரச் செய்தால் தூண்டப்பட்ட இடத்திலும், அதற்குத் தொடர்பான பகுதிகளிலும் மறுவினைகளால் குருதிக் குழாய்கள் சுருங்கும். வழக்கமான மூடப்படாத தோல் பகுதியைக் குளிரச் செய்தால்[அல்லது சூடாக்கினால்]மனிதனில் குருதிக் குழாய்களின் எதிர்வினைகள் மிகுதியாகும். வெப்ப வயங்களால் வளர்ச்சியடைந்த பழக்கப்பட்ட மறுவினைகள் இம் மாற்றங்களில் பெரும் பங்கேற்கின்றன.



படம் 73. மேற்கைக் கொள்ளளவின் குருதியோட்டப் பதிப்பு குளிர்ச்சியுடன் இணைக்கப்பட்ட மணியோசைக்குக் குருதிக் குழாய்கள் சுருங்குதலை மேலுள்ள வளைகோடு காட்டுகிறது. வெப்பத்துடன் இணைக்கப்பட்ட அடையாளத் தூண்டுகையால் குருதிக் குழாய்கள் விரிதலைக் கீழுள்ள வளைகோடு காட்டுகின்றது.

தோல் வெப்பநிலை யடைந்தால் [அதுபோலவே உள் உறுப்புகளும்] குருதிக் குழாய்கள் விரிவடைய வழிகோலுகிறது. 42°C வெப்ப நிலையுள்ள நீரில் அமிழ்த்தப்பட்ட கையில் பாயும் குருதி, 35°C வெப்பநிலை நீரில் அக் கையில் பாயும் குருதி அளவுடன் ஒப்பிடும்போது 6 முதல் 8 மடங்கு உயரும்.

நோவு ஏற்பிகள் தூண்டப்பட்டால், தூண்டப்பட்ட ஏற்பிகள் அமைந்திருக்கும் இடத்தில் குருதிக் குழாய்கள் விரிவடைகின்றன. அதே நேரத்தில் உடலின் மற்ற பகுதிகளின் குழாய்கள் சுருங்குகின்றன. இதனை லோவன் மறுவினை (Loven-reflex) என்றழைப்பர்.

சுற்ரேட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் பழக்கப் படுத்தப்பட்ட மறுவினைகளும் கூட்டு மறுவினைகளும்

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட சுற்ரேட்டக் கட்டுப்பாட்டு மறுவினைகள் பிறப்பிலேயே தோன்றியவை ; பெருமூளைப் புறணி நீக்கப்பட்டாலும் இவைகள் செயல் புரியும் தன்மையுடையவை. வழக்கமான நிலைகளில் பெருமூளைப் புறணி நடு நரம்பு மண்டலக் கீழ்நிலைப் பிரிவுகளை வயப்படுத்துவதன் மூலமும் உடல் செயல்முறைகட்கும், வெளிச் சூழலுக்கும் இடையில் தொடர்புகளை ஏற்படுத்துவதன் மூலமும் நிலையாகச் சுற்ரேட்ட அமைப்பின் செயல்முறைகளைக் கட்டுப் படுத்துகிறது.

மனிதரில் சுற்ரேட்டக் கட்டுப்பாட்டை ஆயும்பொழுது [இதயச் செயல் முறைகளையும், குருதி அழுத்தத்தையும் பற்றி அறிவதுடன்] குருதி ஓட்ட அளவையின் (Plathysmograph) உதவியால் கை கால்களில் பாயும் குருதியின் அளவைப் பதிவது மிக இன்றியமையாததாகும்.

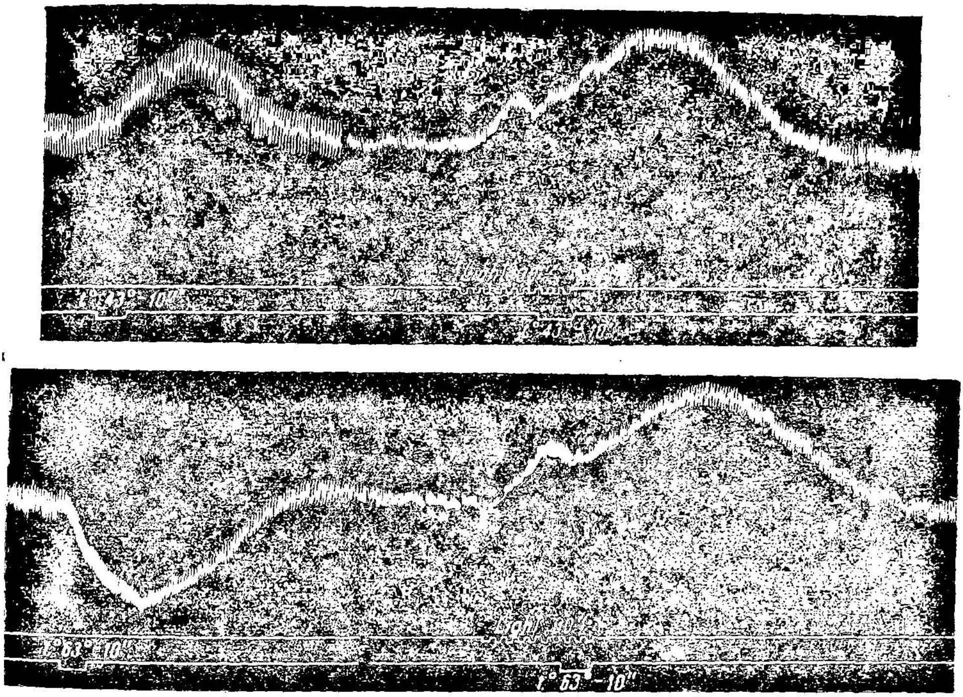
கையின் கொள்ளளவு உயர்ந்தால் குருதி ஓட்ட அளவையிலிருந்து மிகுதியான நீர் அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட நீர் தேக்கிக்குச் செல்கிறது. அதனுள் இருக்கும் காற்று மேரி பொதியைமூடியிருக்கும் இரப்பர்சவ்வைச் சேர்த் தழுத்துகிறது. கைக்கு வரும் குருதி அளவும், அதிலிருந்து திருப்பிச் செல்லும் அளவும் ஒன்ருக இருந்தால் கையின் கொள்ளளவு மாறுபடாது. ஆனல், இதயச் சுருக்கலின்பொழுது கையின் தமனிகளிலிருந்து, குறுந் தமனிக்குள் பாயும் குருதியைவிட மிகுதியான குருதி அதனுள் பாய்வதால், சுருக்கலின்போது கையின் கொள்ளளவு உயர்கிறது. இவ் வுயர்வு குருதி ஓட்ட அளவையின் பதிவில் நாடி வேறுபாடுகளினுல் காட்டப்படுகிறது. குருதி ஓட்ட அளவைப் பதிவின் மூலம், தசைப் பணிகளின்போதும், சூடாக்கும்பொழுது உயர்கிற குருதி அளவையும், குளிரவைக்கும் போதும், உயிர்த்தல் மாறுபாடுகளின் போதும் குறையும் குருதி அளவையும் பதிய இயலும்.

பழக்கப்படாத குழாய் மறுவினைகள் உறுவாக்கும் தூண்டுகையை ஒத்த எந்தத் தூண்டுகையும், அதே குருதிக் குழாய் மாற்றங்களைத் தரும் பழக்கப்பட்ட மறுவினையாக வளரும் தன்மையுடையது. தோலுக்குக் குளிர்ச்சி தரும் தூண்டுகையுடன் 50 முதல் 80 வரை மணி ஒலியும் சேர்த்துப் பயன்படுத்தப்பட்டால் ஆய்வுகளில் அம் மணி ஒலியை மட்டும் கொண்டே, குளிர்ச்சி தோலில் விளைவிக்கும் மாற்றங்களான குழாய்ச் சுருக்கும் செயல்களை நிகழ்த்த முடியும் என்று கண்டறியப்பட்டது [படம் 73-மேலே இந்தப் பழக்கப்பட்ட மறுவினை, மேலே கூறப்பட்ட இரு தூண்டுகைகளும் 10 அல்லது 15 முறை ஒன்ருகச் செயல்பட்ட பின்புதான் தோன்றுகிறது]. இதேபோல வெப்பத் தூண்டுகைக்கும் சார்பான தூண்டுகை, வெப்பத் தூண்டுகையின் விளைவுகளான குழாய் விரிவடையச் செய்தல் போன்றவற்றை உருவாக்கும் இயல்புடையது (படம் 73-கீழே). நோவுத் தூண்டுகையுடன் இணைக்கப்பட்ட சார்புத் தூண்டுகை, அதன் விளைவுகளான குழாய்களைச் சுருக்குதல், இதயத் துடிப்பை முடுக்குதல் போன்றவற்றை நிகழ்த்தும் ஆற்றலுடையது.

குருதிக் குழாய்களின் பழக்கப்பட்ட மறுவினைகள் மூளைப் புறணியின் செயல் முறைகளுக்காக நிறுவப்பட்ட பாவுலோவின் விதிகட்டுக் கட்டுப்பட்டன. இவைகளின் வளர்ச்சிக்குப் பெருமூளைப் புறணி இன்றியமையாததாய் இருக்கிறது. பக்கவாத (Hemiplegia) நோயாளிகளில் குருதி ஒழுக்கு தோலுக்கும், கட்டளைக்கும் ஆகிய மையங்களுக்கிடையிலான நரம்புத் தொடர்பைப் பழுதுறச் செய்வதால், நோய் தாக்காத மறுபகுதியில் பழக்கப்பட்ட மறுவினைகளை உலைவு செய்கிறது. இவ் வுலைவு மீண்டும் பழைய நிலையை அடையாவிட்டால் குழாய், இதயப் பழக்கப்பட்ட மறுவினைகள் மறைந்துவிடும். இப் பழக்கப்பட்ட மறுவினைகளை வெளிப்புறத் தூண்டுகைகளாலும் தடை செய்ய இயலும்.

குருதிக் குழாயின் பழக்கப்பட்ட மறுவினைகள் ஒன்று, இரண்டு, மூன்று என்ற ஒழுங்கில் வளர்ச்சி அடையும் தன்மையுள்ளன. இதில் ஒரு பழக்கப்பட்ட மறுவினை முதலில் வளர்ச்சியடைந்த மறுவினை வலிவுடன் இணைந்து வளரும் இயல்புடையது. மனிதனில், கூறப்படும் சொற்கள், கேட்ட சொற்கள், படித்த சொற்கள் ஆகிய பேச்சுத் தூண்டுகைகளுக்குக்கூட எதிர்வினைகளாகப் பழக்கப்பட்ட மறுவினைகள் வளர்ச்சியுறுகின்றன. இப்படியாக

நோவுத் தூண்டுகையுடன் ஒரு மணியின் ஒலித் தூண்டுகை இணைக்கப்பட்டால் 'நான் மணியை ஒலிக்கப் போகிறேன் என்று கூறும் சொற்கள் அல்லது மணி ஒலிப்பதாகக் காட்டப்படும் அடையாளம், நோவுத் தூண்டுகை அல்லது



படம் 74. பழக்கப்படுத்தப்பட்ட தூண்டுகைகளின் வயத்தால் குருதிக் குழாய்களில் ஏற்படும் விளைவு

மணி ஒலித் தூண்டுகை நிகழ்த்தும் அதே விளைவான குழாய்ச் சுருக்கும் ஆற்றலைத் தரவல்லதாகின்றது. இந்த ஆய்வுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டவர்கள் சிலபோழ்து இப்படிப்பட்ட வாய் மொழித் தூண்டுகை நோயை உணரச் செய்வதாகக் கூறியுள்ளனர். பழக்கப்படாத தூண்டுகை விளைவுகளைக் கூறும் சொற்களாலே, வாய்மொழித் தூண்டுகைகட்கான குருதிக்குழாய் எதிர்விளைகளை உருவாக்க இயலும். சான்றாக 'உடல் வெப்பமாக இருக்கிறது' என்று கூறும்போது குருதிக் குழாய்கள் விரிவடைவதும், 'உடல் குளிர்கிறது' என்று கூறும்போது குருதிக் குழாய்கள் சுருங்குவதையும் காணலாம்.

குருதிக் குழாயின் பழக்கப்பட்ட மறுவினைகளை ஆய்ந்த பொழுது கிடைத்த முடிவுகள், அவைகள் பழக்கப்படாத வினைகளைவிட வலுவுடையன எனக் காட்டின. பொதுவாக, இதயச் செயல் முறைகளின் மாறுபாடுகள் போன்ற அனைத்துக் குருதி அமைப்பின் எதிர்வினைகளும், மூளையின் புறணியால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு பழக்கப்பட்ட, பழக்கப்படாத மறுவினைகள் இணைந்த கூட்டு-மறுவினைகள் மூலம் இதயச் செயல் முறைகள் வயப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு பழக்கப்படாத தூண்டுகை அதற்குரிய அடையாளங்களுடன் இணையாதபொழுது சுற்றோட்டத்தைக் குறைந்த அளவே வயப்படுத்துகிறது. இதனால்தான் வழக்கமாகத் துணிகளால் மறைக்கப்படும் உடம்பின் பகுதிகளில் காற்றுப் பட்டால், எப்பொழுதும் காற்றுப்படும் முகம் போன்ற பகுதிகளில் படுவதைவிடக் குறைவான குருதி அமைப்பு மாற்றங்களையே உண்டாக்குகின்றன.

ஒரு பகுதிப் பெருமூளைப் புறணி நோயுற்றவர்களிலும் [பக்கவாதம்] பெருமூளைப் புறணியின் செயல்முறைகள் பழுதுற்றவர்களிலும், பழக்கப்படாத தூண்டுகைகட்குக் குருதிக் குழாய் அமைப்பின் எதிர்வினைகள் மாறுபடுகின்றன ; குளிர்ச்சி, வெப்பம், நோவு போன்ற தூண்டுகைகளுக்கான குருதிக் குழாய்களின் எதிர்வினைகள் மிகுதியாகக் குறைந்து ஒரே தன்மை யடைகின்றன. இவ் விளைவுகளும் குருதி அமைப்பின் செயல் முறைகளில் பெருமூளைப் புறணியின் தூண்டுகைகளின் மிகுதியான வயத்தன்மையைப் புலப் படுத்துகின்றன.

உடல், மூளைப் பணிகளால் ஏற்படும் அயர்ச்சியில் குருதி அமைப்பின் கட்டுப்பட்ட மறுவினைகள் மெலிவடைகின்றன; சிலபோழ்து அவை நிலைகுலைகின்றன. நிலைகுலைகின்ற பொழுது குளிர்ச்சித் தூண்டுகை குழாய்களைச் சுருக்குவதற்குப் பதிலாக விரிவடையச் செய்கின்றது. அயர்ச்சியால், குளிர்ச்சி, வெப்பம் ஆகிய பழக்கப்படாத தூண்டுகைகளுக்கான குருதி அமைப்பு எதிர்வினைகள்கூட மாறுபடுகின்றன. களைப்பான உடல் குளிர்ச்சியால் எளிதாகத் தாக்கப்படுவதற்கு இதுவே காரணமாகும்.

பெருமூளைப் புறணி தொடர்ச்சியாக நடுநரம்பு மண்டலத்தின் அனைத்துக் கீழ்நிலை மையங்களையும் வயப் படுத்துகிறது. இவ் வயத் தன்மையைப் பெருமூளைப் புறணி

தெளிவறு நரம்பு மையம் கிளர்ச்சியடைதலைத் தொடர்ச்சியாகத் தடை செய்வதிலிருந்தும், உறுப்பிடை ஏற்பிகளைத் தூண்டப்படுவதால் ஏற்படும் மறுவினைகளைத் தடை செய்வதிலிருந்தும் அறியலாம். பெருமூளையின் இவ் வயத் தன்மை குருதி அமைப்புடன் நேரடியாகத் தொடர்பிலாத, ஆனால் அவைகளில் மாறுதல்களை உருவாக்கும் அடையாளங்களை அறிந்து, சுற்றோட்ட அமைப்பைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

வழக்கமாக இதயம், குருதிக் குழாய்கள் ஆகியவற்றின் ஏற்பிகளை உள்ளடக்கிய அனைத்து உறுப்பிடை ஏற்பிகளில் தோன்றும் தூண்டலைகள் எவ்வித உணர்ச்சியையும் தருவதில்லை. அவைகள் எப்படியாகிலும் புறச் சூழலின் பல்வேறு சார்புகளுடன் தற்காலிகமாகவாவது தொடர்பு கொள்ளும். இதனால் பல வெளிபுறச் சார்புகள், உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் தூண்டுகைகளுடன் ஒரே நேரத்தில் செயல்பட்டு, பழக்கப்பட்ட மறுவினைகளை உருவாக்குவதன்மூலம் உள் உறுப்புகளின் செயல் முறைகளையும், சுற்றோட்டத்தையும் வயப்படுத்துகின்றன. இவ் வயத்தன்மைகளால் இயற்கையான பழக்கப்பட்ட மறுவினைகள் வளர்ச்சியடைகின்றன. இப்படியாகத்தான் உணவுத் தூண்டுகை, செரிக்கும் உறுப்புகளில் இருக்கும் உறுப்பிடை ஏற்பிகளின் தூண்டுகைகளுடன் சேர்ந்து மறுவினைகளால் வயிற்றறை உறுப்புகளுக்கு மிகுதியாகக் குருதிபாயும் நிலைகளை உருவாக்குகின்றது. ஆகவே, உணவின் மணம், உட்கொள்ளுதல் ஆகியவை சுற்றோட்டத்தில் செரித்தலுக்கான மாற்றங்களை உருவாக்கத் தேவையான மூலக்கூறுகள் ஆகும்.

பெருமூளைப் புறணியின் செயல்முறை மாறுபாடுகள் நோயில் சுற்றோட்ட ஒழுங்கின்மைக்கு வழிகோலுகிறது. ஆய்வுகளில் வளர்ந்த பழக்கப்பட்ட ஒரு தூண்டுகைக்கு மாறாக மற்றொரு, அதற்கு எதிரான தூண்டுகையைப் பயன்படுத்தினால் பழக்கப்பட்ட மறுவினைகள் மறைந்துவிடுகின்றன. இம் மாற்றங்களின்போது கைகால்களில் பாயும் குருதியில் அலைபோன்ற மாறுபாடுகளை, குருதிக் குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தின் கிளர் நிலையைப் பொறுத்துக் காணலாம்.

18. பல்வேறு உடல்நிலைகளில் சுற்றோட்ட மாறுபாடுகள்

சுற்றோட்ட அமைப்பின் அனைத்து மாறுபாடுகளினுடைய இடைத் தொடர்புகள்

சுற்றோட்டம் திசுக்களுக்குச் சத்துப் பொருட்களையும் உயிரியத்தையும் கொடுத்துவிட்டு அவைகளிலிருந்து கழிவுப் பொருட்களை [கரி-இரு-உயிரியையும் மற்றப்பொருட்களையும் (carbon-di-oxide)]விலக்குகிறது. உறுப்பினுள் பாயும் குருதியின் அளவு மிகுதியினால்தான் அவ் வுறுப்பு நீடித்து மிகுதியான வேலை செய்ய இயலும். ஓர் உறுப்பின் சுற்றோட்டம் பழுதுற்றால் அவ்வுறுப்பு நீண்ட நேரத்திற்கு அதற்குரிய பணிகளைத் தொடர முடியாது.

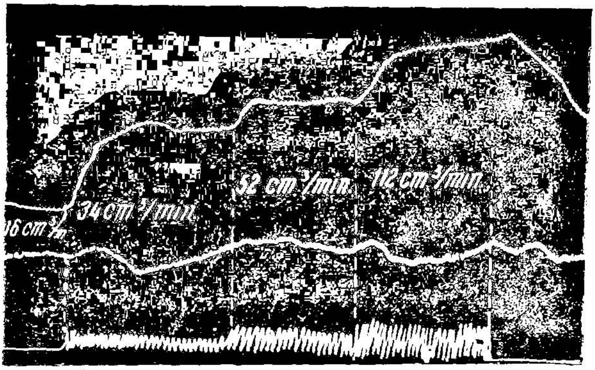
இப்படியாக இதயக் குழாய்கள் தாக்கப்பட்டால் அதற்குச் செல்லும் குருதி போதாதாகையால் இதயச் செயல் முறைகள் பழுதடைகின்றன. இதயக் குருதியின் அளவு மிகவும் குறைபடாமலிருந்தால் ஓய்வின்போது எவ்வகை மாற்றமும் இராது. செயல்புரியும்போது மட்டும் அதன் ஆற்றல் குறையும். தள்ளத்தக்க அளவு தசைப்பணி கூட நீடித்த முடுக்கப்பட்ட நாடித் துடிப்புக்குக் காரணமாகும். மூச்சிளைப்பும், இதயப் பகுதியில் நோவும் தோன்றும்.

குழாய் அமைப்பில் ஒரு சிறு பகுதி விரிவடைதல் சுற்றோட்டத்தை வயப்படுத்துவதில்லை. குருதியமைப்பின் பெரும்பகுதிகளில் குழாய்கள் விரிவடைந்தால் குருதி அழுத்தம் உடனே குறைவதற்கும், குருதி பாயும் விரைவு குறையவும் ஏதுவாகும். இதயச் செயல்முறைகள் உயர்வ தாலும் ஓய்வாயிருக்கும் உறுப்புகளின் குருதிக் குழாய்கள் சுருங்குவதாலும், குருதிச் சேமிப்பு இடங்களிலிருந்து குருதி

வெளிவருவதாலும் குருதி அழுத்தம் குறைவதும், குருதியின் பாயும் விரைவு குறைவதும் தடுக்கப்படுகின்றன.

தசைப்பணிகளால் சுற்றோட்டத்தின் விளைவுகள்

தசைப் பணிகளின்போது சுருங்கும் தசைகள் அவைகளில் உள்ள பொறி நுட்ப ஏற்பிகளை, அவைகளின் திசுக்களிலுள்ள வேதி ஏற்பிகளை, அவைகளின் குருதிக் குழாய்களில் அமைந்



படம் 75. பணியின்போது தசைக் குருதியோட்டம்.

மேலே: கெண்டைக்கால் தசை சுருங்குவதன் பதிப்பு; 2ஆவது: குருதியழுத்தப் பதிப்பு; 3ஆவது: தொடைத் தமனியில் குருதியோட்ட வீதத்தின் பதிப்பு. தசை மிகுதியாகச் சுருங்கும்போது, குருதியோட்டமும் மிகுதியாகின்றது.

திருக்கும் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகள் ஆகிய இவைகளைத் தூண்டுவதால் நிகழும் பல்வேறு மறுவினைகள் பிறப்பிலேயே தொடங்கும் தசைப்பணிகளின் சுற்றோட்டக் கட்டுப்பாட்டு முறையைக் குறிக்கின்றன. இம் மறுவினைகள் இதயச் செயல் முறைகளை உயர்த்துகின்றன. அதே நேரத்தில் குழாய்ச் சுருக்கி மையம் தூண்டப்படுகிறது; வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் பல உருவாகின்றன [அடிலினிக் அமிலம், அசிட்டைல்கோலின், ஃகிசுடமின், கரி-இரு-உயிரியை முதலியன (carbon-di-oxide)] பணிபுரியும் தசையில் இப் பொருட்களின் உயர்வு, குறுந்தமனிகளையும் தந்துகிகளையும் விரிவடையச் செய்ய வழிகோலுகிறது. இதே சமயத்தில் தூண்டப்பட்ட 'குழாய்ச் சுருக்கி மையம்' உடலில் ஓய்வாக இருக்கும் உறுப்புகளின் தோல் வயிற்றறை உறுப்புகள் குருதிச் சேமிப்பு இடங்கள் ஆகிய இவற்றின் குருதிக் குழாய்களை மட்டும் சுருக்குகின்றன.

கடுமையான தசைப்பணியின்போது இலாக்டிக் அமிலம், நீரிய அயனிகள், கரி-இரு-உயிரியை ஆகியவை குருதியில் மிகுதியாகின்றன ; ஓய்வைவிட மிகுதியான உயிரியம் தசைகளுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. குருதிச் சேர்க்கையில் ஏற்படும் இம் மாற்றம் செயல்படு தசைகளுக்குப் புறத்திலுள்ள திசுக்களின் குழாய்களிலுள்ள வேதி ஏற்பிகளைத் தூண்டுகிறது. இத் தூண்டுகை சுற்றோட்டத்தையும், உயிர்த்தலையும் தாக்கும் பல மறுவினைகளைத் தோன்றச் செய்கின்றன. நடுநரம்பு மண்டலத்தை அமிழ்த்தும் குருதிச் சேர்க்கையின் மாற்றங்கள், அதன் நிலையை மாற்றும்.

தசைப்பணிகளின்போது சுற்றோட்டம் பொதுவாக வாழ்க்கையின் முதல் மாதத்திலிருந்தே வளரத் தொடங்கும் பல்வேறு தசைப்பணிகளின் நிலைகளையும் இணைக்கும் இயற்கையான பழக்கப்பட்ட மறுவினைகளால் தோன்றும் பெருமூளைப் புறணியின் தூண்டுகைகளால் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது.

கடினமான உடற்பயிற்சியின்போது இதயத் துடிப்பு வேகம் 150 முதல் 240 வரையும், நிமிடக் கொள்ளளவு 20 முதல் 35 லிட்டர்களாகவும், சுருக்கக் கொள்ளளவு 150 முதல் 180 மி. லிட்டர்களாகவும் மிகுமளவிற்கு இதயச் செயல் முறைகள் உயர்கின்றன. வழக்கமாகத் தசைப்பணிகளின் போது ஓய்வான உறுப்புகளில் குருதிக் குழாய்கள் சுருங்குவதுடன், இதயச் செயல்முறையும், சுற்றோட்டக் குருதி அளவும் மிகுதியாலும், அஃதாவது குருதி அழுத்தத்தை உயரச் செய்யும் மூலக் கூறுகளான இவைகள் இருந்தாலும், பணி புரியும் தசைகளின் குருதிப் படுகை, குறுந்தமனிகள் விரிவடைதலாலும், தந்துகிகள் திறப்பதாலும் மிகுதியாக உயர்வதால் குருதி அழுத்தம் உயர்வதில்லை.

உடல்நிலை மாற்றங்களால் சுற்றோட்டத்தின் எதிர்வினைகள்

உடல் செங்குத்தான நிலையில் இருக்கும்பொழுது புவி ஈர்ப்பு ஆற்றலால் வயிற்றறை உறுப்புகளுக்கும், கால்களுக்கும் குருதி பாய்கிறது. நலமானவர்களில் சுருக்கல் அழுத்தம் மாறுபடாது அல்லது சில மி.மீ. பா-ம். மட்டுமே குறையும் ; அதுபோழ்து விரிவு அழுத்தம் சிறிது உயர்கிறது. படுக்கை நிலையிலிருந்து செங்குத்து நிலைக்கு மாறும்பொழுது நாடித் துடிப்பு வேகம் உயர்வதனல், சுருக்கல் கொள்ளளவு

சிறிது குறைந்தாலும் நிமிடக் கொள்ளளவு மாறுபடுவதில்லை. செங்குத்து நிலையில், கால்களுக்குச் செல்லும் குருதி அளவு வயிற்றறை உறுப்புகளின் குருதிக் குழாய்கள் மறுவினைகளால் சுருங்குவதால் சமப்படுத்தப்பட்டு, இதயத்துக்குச் செல்லும் சிரைக் குருதியின் அளவு குறைவதனுல், குருதி அழுத்தம் நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. செங்குத்து நிலையில் சுருங்குகின்ற தசைகளின் ஏற்பிகளிலிருந்து தோன்றும் தூண்டுகைகள், குருதிக் குழாய் இயக்கு மையத்தின் கிளர் அலைகளுடன் இணைந்து உருவாகும் இயற்கையான மறுவினைகளால் வயப் படுத்தப்படும். சுற்றோட்ட மாறுபாடுகள் [வயிற்றறை உறுப்புகளின் குழாய்கள் சுருங்குதல், இதயத் துடிப்பு வேகம் முடுக்கப்படுதல் ஆகிய மாறுபாடுகள்] செங்குத்து நிலையை அடையா முன்பே தொடங்கிவிடுகின்றன. பெருமூளைப் புறணியின் செயல்முறைகள், குறுக்கிடப்பட்டாலும், அல்லது உலைவு செய்யப்பட்டாலும் சான்ருக மயக்கமானபொழுது செங்குத்து நிலைக்கு மாறினுல் குறிப்பிடுமளவு குருதி அழுத்தம் குறையும்.

செரித்தலும், புறவெப்ப நிலையும் சுற்றோட்டத்தில் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள்

செரித்தலின்போது வயிற்றறை உறுப்புகளுக்குச் செல்லும் குருதியின் அளவு 30 முதல் 50 விழுக்காடு உயர்கிறது [உணவு உட்கொண்ட பிறகு சிறிது தூங்குவது போன்ற நிலைக்கும், ஓய்வுக்கான அவாவிற்கும் வயிற்றறை உறுப்புகளில் ஏற்படும் இக் குருதிப் பெருக்கமே காரணமாகும்].

சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் ஏற்படும் வெப்ப உயர்வு தோலுக்குப் பாயும் குருதியை மிகுதிப்படுத்துகிறது [மனிதரில் தோல் செம்மை நிற மடைகிறது]. உடலின் மிகுதியான பரப்பு சூடாக்கப்படும்பொழுது, வயிற்றறைக் குழாய்கள் சுருங்குவ தாலும், குருதிச் சேமிப்பிடங்களிலிருந்து குருதி வெளிச் செலுத்தப்படுவதாலும், இதயச் செயல்முறைகள் மிகுதியாவ தாலும் குருதி விரிவடையும். தோலின் குழாய்களுக்குப் பாயும் குருதியின் அளவு சமப்படுத்தப்படாவிட்டால் குருதி அழுத்தம் குறையும்.

சில சுற்றோட்ட உலைவுகளின் நுட்பமுறை

தமனிகளில் அழுத்தம் 70 முதல் 80 மி.மீ. பாதரசத்திற்குக் (Hg.) கீழ் குறைந்தால் நடுநரம்பு மண்டலத்துக்கும், இதயத் துக்கும் பாயும் குருதியின் ஒழுங்கு கெடும்; இவ் வழுத்தம்

மறுவினை இயக்கு முறைகளால் சமப்படுத்தப்படாவிட்டால் மீண்டும் குறைவதனால் விரைவாக இறப்பதற்கு வழிகோலும்.

மெலிந்த இதயச் செயல்முறைகளின் விளைவுகள் : குறிப்பிடு மளவு இதயத் துடிப்பு வேகக் குறைவும் [நிமிடத்துக்கு 30 அல்லது 40 துடிப்புகள்] அதற்குத் தொடர்ச்சியான இதயச் செயல்களின் மெலிவும் எப்பொழுதும் குருதி அழுத்தம் குறைவதற்கு வழிகோலும்.

குருதி இழப்பு, சுற்றோட்டக் குருதியின் அளவினைக் குறைப்பதால் குருதி அழுத்தம் குறையவும், பெருமூளை, இதயம் உள்ளடக்கிய அனைத்து உறுப்புகளின் உணவூட்டத்தில் உலைவு ஏற்படவும் வழிகோலுகிறது. குருதி இழப்பு மொத்த அளவில் $\frac{1}{5}$ முதல் $\frac{1}{4}$ பங்குக்கு மிகாமல் இருந்தால் குறையும் குருதி அழுத்தம் பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப் பகுதிகளின் ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதன்மூலம் நிகழ்த்தும் மறுவினைகளால் குருதிக் குழாய்கள் சுருக்கப்படுகின்றன ; குருதிச் சேமிப்பு இடங்களிலிருந்தும் குருதி வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது ; இதனால் குருதி அழுத்தம் வழக்கமான தமனி அழுத்தத்தை நிலைநிறுத்தும். இதைத் தொடர்ந்து திசுக்களிலிருந்து குழம்பு நீர்கள் விரைவாகக் குருதிக்குச் செல்கின்றன. ஒழுங்கு பிறழ்ந்த சுற்றோட்டக் கட்டுப்பாட்டு நுட்ப முறைகளினால் குறைந்த அளவு குருதி இழப்பும் பேரிடரை விளைவிக்கும். பரிவு நரம்பமைப்பு நீக்கப்பட்ட பிறகு, சிறிது அளவு குருதி இழப்பு ஏற்பட்டாலும் நிகழும் குருதி அழுத்தக் குறைவைச் சரிக்கட்ட இயலாதாகையால் வழிகோலுகிறது.

அதிர்ச்சியின் நிகழ்முறைகள், குழாய்ச் சுருக்கி மையமும், கட்டளை நரப்புகளும் இயல்பிகழ்ந்த தூண்டுதலுக்குப் பின்னரே ஏற்படுத்துகின்றன. இந் நிகழ்ச்சிகள், பரப்பு மிகுந்த ஏற்பிகளின் தொகுதிகளைத் தூண்டும் தொடர்புடைய கடுமையான காயங்களின்போது உண்டாகின்றன [சான்றாக, கைகால்களின் நசுங்கல் காயங்களிலும், வயிற்றறை வலுவான அடியால் தாக்கப்பட்டாலும், நுரையீரல் உறையின் ஏற்பிகள் வெப்பத்தால் தூண்டப்பட்டாலும் இந் நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன]. முதலில் தூண்டப்பட்ட 'குழாய் இயக்கு மையம்' பின்னர் படிப்படியாகத் தடைப்படுத்தப்படுவதனால் குருதி அழுத்தம் அதிர்ச்சியில் குறைகிறது என நம்பப்படுகிறது.

குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தைத் தூண்டும் நடுநரம்பு மண்டலத்தில் பொது நிலையை மாற்றும் இயல்புடைய செயலிகள் 'அதிர்ச்சி' வளர்ச்சியடையத் துணைபுரிகின்றன. குளிரிலும், குருதி இழப்பிலும் ஏற்படும் விளைவுகள் இவ் வகையைச்சார்ந்தன. விலங்கில் காயம் உண்டாக்குவதனால் அல்லது மிகுதியான பரப்பின் ஏற்பிகளைத் தூண்டுவதனால் மட்டுமல்லாமல் குருதி இழப்பின்போது உறுப்பிடை ஏற்பிகள் தூண்டப்படுவதாலும் அதிர்ச்சியை உருவாக்கலாம். இழந்த அளவு தமனி அழுத்தம் 30 முதல் 40 மி.மீ.பா-ம். ஆக $1\frac{1}{2}$ முதல் 2 மணி நேரம் நீடிக்குமளவுக்கு மிகுதியானால் உடலின் குருதி முழுதும் மீண்டும் செலுத்தப்பட்டாலும் குருதி அழுத்தம் சில நிமிடங்களே நிலைநிறுத்தப்படும். அதிர்ச்சியை உண்டாக்கும் தூண்டுகைகட்கு மூளையின் உயர் பிரிவுகளின் எதிர்விணைகள் அதிர்ச்சி வளர்ச்சியடைவதற்கு இன்றியமையாததாகும்.

பாவுலோவ் கூறியதைப்போல் பெருமூளைப் புறணியின் உயிரணுக்கள் நடுநரம்பு மண்டல உயிரணுக்களில் மிகுதியான கூருணர்ச்சி யுடையதாதலால், இயல்பிகழ்ந்த தூண்டுகைகளால் முதலில் தாக்கப்பட்டு, அதன் செயல்முறைகளை மிகுதியாக மாறுபாடடையச் செய்கின்றன. புறணியின் உயிரணுக்களில் சத்துக் குறைவதனல் ஏற்படும் ஆற்றல் குறைவு அதிர்ச்சியை மிகுதிப்படுத்துகிறது எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. துயிலூட்டுபவைகளை (Hypnotics) உட்செலுத்துவதால் நிகழும் பெருமூளைப் புறணியின் பாதுகாப்புத் தடை ஆற்றல் அதிர்ச்சியைத் தடுக்கத் துணைபுரிகின்றது [அசுரேட்டியான்]. மயக்கமடையச் செய்யும்பொழுது, பெருமூளைப் புறணியின் ஆற்றல் குறைவடைவதால் அந்நிலையில் உண்டாக்கப்பட்ட உடல்ஊறு, வழக்கமான புறணிச் செயல்களின்போது கொடுக்கப்பட்ட ஊறைவிடக் குறைவான அதிர்ச்சி ஆற்றலைத் தருகிறது.

மிகை அழுத்தம்: தொடர்ச்சியான மிகுந்த அழுத்தம் 'மிகை அழுத்தம்' என்றழைக்கப்படும். இந் நிலை படிப்படியாக உடலின் பல பணிகளின் ஒழுங்கு பிறழ்வதற்கு வழிகோலுகிறது. மிகை அழுத்தம் நிலையான மிகுதிப் பழுவை இதயத்துக்குக் கொடுக்கிறது; குருதிக்கும் திசுக்களுக்கும் இடையே ஆன வளர்சிதைப் பரிமாற்ற நிலைகளை மாற்றுகிறது; மறுவினைகளால் நரம்பு மையங்களைத் தாக்கும் அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகளை மிகுதியாகத் தூண்டுகிறது.

குறுந்தமனி இயக்கு தசைகளின் நிலையான உயர்ந்த உரமே 'மிகை அழுத்தத்தில்' தமனி அழுத்தம் உயர்வதற்குக் காரணமாகும்.

நிலையான தமனி அழுத்த உயர்வை, பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப்பைப் பகுதிகளின் நரம்புகளைத் துண்டிப்பதன் மூலம் ஆய்வுகளில் எளிதாக உருவாக்கலாம். இந் நரம்புகளைத் துண்டித்த பின்பு உயரும் அழுத்தத்துக்குத் தெளிவறு நரம்பின் தடை ஆற்றல் குறைவதால் மிகும் இதயத் துடிப்பு வேகமும் ஓரளவு காரணமாகும். அண்மையிலே வந்த செய்தியின்படி பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப் பகுதிகளின் நரம்புகள் துண்டிக்கப்பட்டதால் நிலையாக உயரும் குருதி அழுத்தம், சிறு நீரக நரம்பூட்டம் துண்டிக்கப்பட்ட பின்பு மறைந்துவிடுகிறது. ஆய்வுகளில் சிறுநீரகத்துட் செல்லும் உட்செல் குருதிக் குழாய்களை சுருக்குவதன் மூலம் உயரும் ரெனினின் அளவால் மிகை அழுத்தத்தை உருவாக்கலாம். ஆனால், மனிதரில் 'மிகை அழுத்தம்' தோன்ற நிலையான குருதி அழுத்தத்தை உருவாக்கும் கூறுகள் எதுவும் முதன்மையான கூறுகளாகளாக அமைவதில்லை. மிகை அழுத்தத் தொடக்க நிலைகளில் நிகழ்த்தப்பட்ட பல ஆய்வுகளில், பெருந்தமனி-கழுத்துத் தமனிப் பகுதிகளில் தூண்டுதலால் ஏற்படும் மறுவினைகளில் இவ்வகை மாற்றங்களோ, ரெனின் குருதி அளவில் உயர்வதோ 'மிகை அழுத்திப் பொருள்' குருதியில் மிகுவதோ கண்டுபிடிக்கப் படவில்லை.

மனிதரில் மிகை அழுத்தம் மூளையின் உயர்பகுதிகளின் மிகுதியான செயல்முறைகட்குப் பிறகு, சிறப்பாகக் குறைந்த சத்து ஊட்டமும்சேர்ந்து கொண்டால் உண்டாகிறது. ஆய்வில் விலங்கினங்களில் தடை செய்யும், தூண்டும் இயல்புடைய தூண்டுகைகளை மோதச் செய்தலினுல் பெருமூளைப் புறணியில் மாறுபட்ட செயல்முறைகளை உருவாக்குவதன் மூலம் மிகை அழுத்தத்தை ஏற்படுத்த இயலும். பெருமூளைப் புறணியின் செயல்முறை மாறுபாடுகள் குருதிக் குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தை இயல்பிகழ்ந்த நிலைக்குத் தூண்டுகிறது. இவ்வியல் பிகழ்ந்த குருதிக் குழாய்ச் சுருக்கி மையத்துக்கு, மூளைப் புறணியின் தடை ஆற்றலின் வயத்தன்மை குறைதல் காரணமாகும். வழக்கமாக இக்குறைவு விளைவுகளைத் தரும் தூண்டுகைகள், குருதிக் குழாய்ச் சுருக்கி மையத்தின் உயர்ந்த கிளர்ச்சி நிலையால் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்துகின்றன.

நடு குழாய்ச் சுருக்கி மைய அமைப்பின் கிளர்நிலை மிகுவதால் சிறுநீரகம் உள்ளடங்கிய பல உறுப்புகளின் குறுந் தமனிகள் சுருக்கப்படுகின்றன. இக் குழாய்ச் சுருக்கம் சிறுநீரகக் குருதிக் குறைவை உண்டாக்குவதால், மிகுதியாகும் ரெனின் பிசிதத்தின் ரெனின்-ஊக்கியுடன் சேர்ந்து, குழாய்ச் சுருக்கும் 'மிகை அழுத்தி' என்ற பொருளை உருவாக்குகின்றது. இம் மாற்றங்களால் குழாய்ச் சுருக்கம் நீர்ம மூலக்கூறுலும் உயர்கிறது. மிகை அழுத்தம் உயர்ந்து நிலைத்த தன்மையை யடைகிறது.

உயர்நிலையடைந்த 'மிகை அழுத்தம்' மற்ற சுற்றோட்ட ஒழுங்கு பிறழ்தலைப் போலவே சுற்றிச் சுற்றி ஒரு நிலையை அடையும் முறைக்கு வழிகோலுகிறது. சுற்றோட்டப் போதாமை மூளைக்கும், மற்ற நரம்பூட்டப்பட்ட உறுப்புகட்கும் தேவையான அளவு குருதியைத் தர இயலாதாகையால் அவைகளின் மறுவினைகளால் இதயமும்-குருதிக் குழாய்களும் மீண்டும் பழுதுறுகின்றன. இந்நிலை மீண்டும் சுற்றோட்டம் மிகுதியாகப் பழுதுறும் நிலையையும், அதன் கட்டுப்பாட்டில் ஒழுங்கு பிறழ்தலையும் ஏற்படுத்துகின்றது.

19. சில குழாய் அமைப்புப் பகுதிகளின் சுற்றோட்டச் சிறப்பியல்புகள்

நுரையீரல் சுற்றோட்டம்

நுரையீரல் சுற்றின், தமனிகளின் அழுத்தம் பெருந் தமனியின் அழுத்தத்தில் $\frac{1}{5}$ முதல் $\frac{1}{6}$ பங்காகும். நுரையீரல் தமனியில் இவ் வழுத்தம் சுருக்கலின்போது 20 முதல் 40 மி.மீ. பா.ம். (Hg) ஆகவும், விரிவின்போது 4 முதல் 15 மி.மீ. பா-ம். ஆகவும் இருக்கிறது. நுரையீரல் தமனியின் இடைநிலை அழுத்தம் ஏறத்தாழ 20 மி.மீ.பா-ம். (Hg)எனக் கருதப்படுகிறது. வழக்கமான நிலைகளில் நுரையீரல் சுற்றில் 10 விநாடிகளில் குருதி பாய்கிறது. வழக்கமாக வலது பகுதி இதயத்தின் நிமிடக் கொள்ளளவும், நுரையீரல் சுற்றில் பாயும் குருதி அளவும் ஒரே நேரத்தில் சமமாக இருக்கும்.

நுரையீரல்கள் வழக்கமாக (வெளி உயிர்த்தலின்போது) மொத்த உடல் குருதி அளவில் 6 முதல் 10 அல்லது 12% (ஆழமான உள் உயிர்த்தலில்) குருதியைக் கொண்டிருக்கும். நுரையீரல்களின் தந்துகிகளும், குறுஞ்சிரைகளும் மிகுதியான நீளும் தன்மையுடையதாகையால் இடது இதய மேலறைக்குச் செல்லும் குருதி தடைப்பட்டால், நுரையீரல்களின் கொள் ளளவு உயர்கிறது. நுரையீரல் குருதிக் குழாய்களை மிகுதியாக நிரப்பினுல் அவை உடலின் மொத்தக் குருதி அளவில் $\frac{1}{5}$ பங்கை ஏற்கும். இதனுல் நுரையீரல் குருதித் தேக்கம் உண்டாவதால், நுரையீரல் சுற்றில் முதன்மையாக நுரையீரல் தமனிகளில் அழுத்தம் உயர்கிறது; இதனுல் இடது பகுதி இதயம் விரிகிறது. இவ்விரிவால் இடது கீழறைச் சுருங்குதல்கள் உயர்ந்து, சிறிதளவு அழுத்தத்தைச் சமநிலைக்குக் கொண்டுவருகிறது.

இதயச் சுற்றோட்டம்

இதயம், இரு தமனிகளின்மூலம் பாயும் குருதியால் ஊட்டப்படுகிறது. இடது இதயத்தமனி இதயக் குழாய்கட்கு வரும் குருதியில் 70 முதல் 80% வரை எடுத்துச் செல்கிறது. இதயத் தமனிகள் சிறு தமனிகளாகப் பிரிகின்றன. அதே போழ்து அதிலிருந்து தோன்றும் தந்துகிகள் அனைத்துத் தசை, நரம்பமைப்புகளையும் சுற்றியிருக்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி இதயத்தசை, இயக்கு தசைகளைவிட இரு மடங்கு தந்துகிகளை மிகுதியாக உடையன. இந்த அளவு செயல் முறைகளின் இதயப் பெருக்கத்தின்போது உயர்கிறது. தந்துகிகளிலிருந்து வெளிப்பாய்ந்த சிரைக் குருதியின் பெரும் பகுதி (60 முதல் 70%) இதயப் பையின் (coronary sinus) வழியாக வலது மேலறையை அடைகின்றது; $\frac{1}{3}$ பங்குக் குருதி சிறிய சிரைகட்குள் செல்கின்றது.

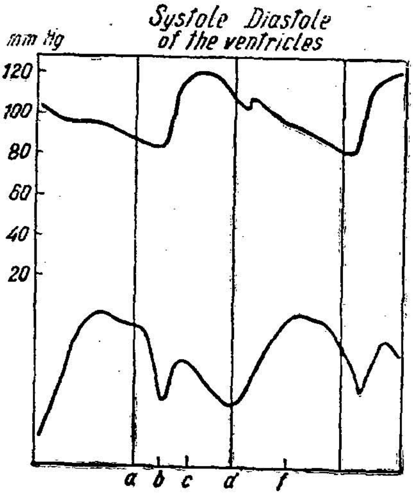
குருதி இதயத்துக்குக் கொடுக்கப்படுவது தனித் தன்மை யுடையதாகும்; கீழறைகளின் சுருக்கலின்போது சுருங்கும் தசைகளால் இதயத் தமனிகள் சேர்த் தழுத்தப்படுவதால் குறைந்த அளவு குருதியே இதயத் திசுக்களுக்குக் கொடுக்கப் படுகிறது. சுருக்கலைத் தொடர்ந்து உடனே இதயத் தசைகட்குப் பாயும் குருதி மிகுதியாகிறது.

மற்ற நிலைகள் ஒரே தன்மையாக இருக்கும்போது பெருந் தமனியின் அழுத்தம் உயரும் அளவிற்கு இதயக் குழாய்களில் பாயும் குருதியும் மிகுதியாகிறது.

இதயத் தசையிலுள்ள தசை இரும்பக நிறமி எளிதாக அதனுடன் கலக்கும் உயிரியத்தை வெளியிடும் ஆற்ற லுடையது. குருதி பாய்வது குறையும் சுருக்கலின்போது தசை இரும்பக நிறமிப் புரதத்திலிருந்து வெளிப்படும் உயிரியம் அதேபோழ்து நிகழும் உயிரியமேற்றல் நிகழ்ச்சி களில் இன்றியமையாப் பங்கேற்கிறது. இதய விரிதலின் போது இதயத்துக்கு மிகுதியான குருதி பாய்வதால் வெளிப் படும் உயிரியத்துடன் தசை இரும்பக நிறமி மீண்டும் இணைகிறது.

இதயக் குருதிக் குழாய்களின் நரம்புக் கட்டுப்பாடு : பரிவு நரம்பு இழைகளும் (குறிப்பாக விண்மீன் வடிவ நரம்பு முடிச்சின் பின் இழைகள்) மேற் சிறு நீரக நீர்மமும் வழக்கமாக இதயக் குழாய்களை விரிவடையச் செய்கின்றன. பரிவு நரம்பு

தூண்டப்பட்டால் அல்லது மேற்சிறு நீரக நீர்மம் உட் செலுத்தப்பட்டால் இதயக் குழாய்களில் பாயும் குருதி அளவு 2 முதல் 3 மடங்கு உயர்கிறது. இதற்கு மாறுகத் தெளிவறு நரம்பு தூண்டப்பட்டால் இதயக் குழாய்கள் சுருங்குகின்றன. இதயக் குழாய்களுக்கு நரம்பூட்டும் தெளிவறு நரம்பிழை களின் நரப்ப விழுது தோன்றும் நரம்பணுக்கள் எப்பொழுதும் சிறிது கிளர்ந்த நிலையிலேயே இருக்கின்றன (இதயக் குழாய்கட்கு நரம்பூட்டும் குழாய்ச் சுருக்கி நரம்பணுக்களின் உரம்).



படம் 76 : இதயச் சுழற்சியின் பல்வேறு நிலைகளில் இதயக் குருதிக் குழாய்களில் [சிரைகளில்] பாயும் குருதியளவு (கீழே), பெருந்தமனியில் விளையும் மாறுபாடுகளுடன் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளது (மேலே).

a — b = அழுத்தப் பருவம்; c — d = பெருந்தமனியில் அழுத்தம் உயர்தல். செங்குத்துக் கோடு இதயச் சுருக்கத்தின் தொடக்கத் தினையும், இதய விரிவின் இறுதியையும் குறிக்கின்றது.

இதயக் குழாய்களின் வழியாகப் பாயும் குருதியின் அளவு இதய நிமிடக் கொள்ளளவில் ஏறத்தாழ 6 முதல் 10% ஆகும். தசைப்பணிகளில் நிமிடக் கொள்ளளவு 8—10 மடங்கு உயரும்பொழுது, இதயக் குழாய்களில் பாயும் குருதியும் 3—4 மடங்கு உயரும் ; ஆனல் இதைவிட மிகுதியான உயிரியத்தைக் குருதியிலிருந்து இதயத் தந்துகிகள் எடுத்துக் கொள்ளும்.

இதயச் சுற்றோட்டத்தின் நோய்களாவன : இதயக் குழாய்க் குருதி உறைதல் (coronary thrombosis), இதயக் குழாய்ச் சுருக்கு [Angina pectoris] ஆகியவை ஆகும்.

இதயச் சுற்றோட்ட உலைவு கூர்மையான நோவுகளை உண்டாக்கும்.

மூளைச் சுற்றோட்டம்

நரம்புத் திசுக்களுக்கு முதன்மையாக நடுநரம்பு மண்டலத்து உயர் பிரிவுகளின் உயிரணுக்களுக்குக் குறைந்த அளவு உயிரியம் அளிக்கப்பட்டால், மற்ற உறுப்புகளைவிட விரைவாக அவை செயல் முறைகளை இழந்துவிடும். மனிதனின் மூளைக்குச் செல்லும் குருதிக் குழாய்கள் சேர்த்தழுத்தப் பட்டால் உடனடியாக நினைவிழக்க நேரும். பெரிய தமனிகளின் பொது அழுத்தம் 70—80 மி.மீ. பா-ம்.(Hg) கீழே சென்றால் மூளைக்கு அளிக்கப்படும் குருதி குறைவதன் மூலம் மூளையின் செயல் முறைகளில் பிறழ்நிலையை உண்டாக்கும். முகுளத்துக்கு அளிக்கப்படும் உயிரியம் சிறிது குறைந்தால் அதிலுள்ள குழாய்ச் சுருக்கி மையம் தூண்டப்படுகிறது; இதனால் உயரும் குருதி அழுத்தம், குருதி மிகுதியாக மூளைக்குப் பாய வழிகோலுகிறது.

மண்டை உட்கொள்ளளவு நிலையாக எப்பொழுதும் இருப்பதால், மூளைக் குழாய்களில் இருக்கின்ற குருதித் துடிப்பலை மாற்றங்களைக் காட்டுவதில்லை. மூளைக் குழாய்களில் குருதி தொடர்ச்சியாகப் பாய்வதால் துடிப்பலைகள் அடக்கி வைக்கப்படுகின்றன.

முன்னாள் தேர்ந்தாய்வாளர்கள் மீண்டும் மீண்டும் இதயத் துடிப்புகளுக்குத் தொடர்பான மூளைக் குழாய்த் துடிப்புகளை விரித்துரைத்தார்கள். கிலோவ்சுகியின் ஆய்வுகளால் மண்டை ஓட்டைத் துளையிடும்பொழுது மட்டுமே துடிப்புகள் தோன்றல் அறியப்பட்டது.

மண்டையின் கொள்ளளவு நிலையான தன்மையிலுள்ளதால், மூளைக் குழாய்களின் கொள்ளளவு அதன் தொடர்பான மூளைத் திசுக்களின் திரளில் மாற்றங்கள் ஏற்படும்போது அல்லது மூளை-முதுகுத் தண்டுக் குழம்பில் மாறுதல் ஏற்படும்போது மட்டும்தான் மாறுபட இயலும். மூளைக்குச் செல்லும், அதிலிருந்து திரும்பும் குருதியின் அளவு மிகுந்தால் குருதிக் குழாய்களின் கொள்ளளவு மாறாவிட்டாலும், குருதி பாயும் வேகம் உயரும். மூளை-முதுகுத் தண்டுக் குழம்பின் கொள்ளளவில் மாற்றங்கள் விரைவாக உண்டாவதில்லையாதலால் மூளைக் குழாய்களின் குருதிக்

கொள்ளளவு உயர்தல் மூளைக் கரைதக்கைப் பொருட்களின் நிலைமாற்றங்களினுல் குறையும் மூளைத் திசுக்களின் கொள்ளளவுடன் மட்டுமே தொடர்புடையன. ஆகவே, மூளை வளர்சிதை மாற்றங்களை வயப்படுத்தும் நரம்பு மறுவினைகளுடன் மட்டுமே மூளைக் குழாய்களின் நரம்பு வயத்தன்மைகள் தொடர்புடையன.

மூளையில் குருதி ஓய்வான பகுதிகளின் குழாய்கள் சுருங்குவதாலும், செயலாற்றும் பகுதிகளின் தந்துகிகளும், குறுந்தமனிகளும் விரிவடைதலாலும் தொடர்ச்சியாக மறு பங்கீடு செய்யப்படுகிறது. உட் காது அமைப்பு தூண்டப் பட்டால் அத் தூண்டுகைகளைப் பெறும் மண்டைப்பக்கப் பகுதி மூளையுறையின் குழாய்கள்மட்டுமே விரிவடைகின்றன எனவும், அதே போழ்து பிடரிப் பிரிவின் உறையில் குழாய்கள் சுருங்குகின்றன எனவும் கிலோவ்சுகி கண்டறிந்தார். இதே போல கண்கள் ஒளி பெறச் செய்தால், பெருமூளைப் புறணியின் குருதிக் குழாய்கள் விரிவடைகின்றன.

உடலியங்கியல்

நான்கு பாகங்களுக்குமுரிய
கலைச்சொற்கள்*
(தமிழ்—ஆங்கிலம்)

அ

அக்குள்	...	Armpit
அக அறை	...	Internal cavity
அகச் சுரப்பி	...	Internal glands
அகச் சுரப்பு	...	Internal secretion
அகச் சூழல்	...	Internal environment
அகணி	...	Medulla
அகவெப்ப இயல்	...	Endothermic
அகவேற்பிகள்	...	Internoceptors
அங்கவடி எலும்பு	...	Stapes
அங்கை	...	Palm
அச்சாணி	...	Spindle
அசிட்டைல் கோலின்	...	Acetyl choline
அசோடீமியா	...	Azotemia
அடர்த்தி	...	Concentration
அடித்தளத் தொலி	...	Basement membrane
அண்ண விரைப்புத் தசைகள்		Tensoris veli palatini
அண்மை நெளிகுழல்	...	Proximal conoluted tubule
அணு	...	Atom
அணு ஊண்மம்	...	Cytoplasm
அணுக்க மின்	...	Induction current
அணுத்திரள்	...	Molecule
அணுத்திரளெடை	...	Moleculr weighat
அணுத் தொகுதித் தாழ்வு	...	Molecular depression
அந்தி ஒளிப்பார்வை	...	Twilight vision
அநீ$_2$	...	NH_2
அமில-காரச் சமநிலை	...	Acid-base balance
அமில நிலை	...	Acidosis

* ஆங்கிலம்—தமிழ் கலைச் சொற்களை நான்காம் பாகத்தின் இறுதியில் காண்க.

அயர்ச்சி	...	Fatigue
அயல்புரதத் தாங்கமைவு	...	Anaphylaxi
அயல்புரதத் தாங்கமைவு	...	Anaphylactic shock
அயற் பொருள்	...	Foreign body
அயனி	...	Ion
அல்குல்	...	Vagina
அல்குல்கறை	...	Vaginal smear
அலகெண்	...	Valercy
அலைச் சுருக்கம்	...	Peristalsis
அவியச் சமநிலை	...	Nitrogen equalibrium
அவியம்	...	Nitrogen
அழற்சி	...	Inflammation
அழிநிலைச் சுருக்கம்	...	Idio-muscular contraction
அழியாத் தன்மை	...	Conservation
அழுத்த ஆற்றல்	...	Tension
அழுத்தத் தளர்த்தல்	...	Decompression
அழுத்தம்	...	Pressure
அழுத்த மாறுபாட்டேற்பிகள்		Press-receptors
அழுத்தவேற்பிகள்	...	Baro-receptors
அழுத்துதல்	...	Pump
அறிவியல்	...	Science
அனைவருக்கும் அளிப்பவர்	...	Universal donor
அனைவரிடமும் பெறுபவர்	...	Universal recipient

ஆ

ஆண்குறி	...	Penis
ஆண்பால் நீர்மங்கள்	...	Androgens
ஆண்மைச் சுரப்பி	...	Prostate
ஆண்மை நீர்மம்	...	Androsterione
ஆண்மையியல்	...	Virilism
ஆண்மையுறுதல்	...	Masculinisation
ஆய்வு	...	Experiment
ஆரைத்தசை (பாவை விரிவு)		Radial muscle
ஆரத் தமனி	...	Radial artery
ஆவியமுக்கம்	...	Atmosphere
ஆற்றல் பரிமாற்றம்	...	Energy exchange

இ

இடப்படுத்துதல்	...	Localisation
இடம்சார் மயக்கம்	...	Local anaesthesia

இடுப்பு நரம்பு	... Pelvic nerve
இடை நரம்பம்	... Internuncial nervon
இடை மூளை	... Diencephalon
இடையீடு உயிர்த்தல்	... Periodic respiration
இணக்கமமைவு	... Accomodation
இணங்கா நிலை	... Refractory period
இணைப்புடலி	... Arthropoda
இணைப்புத்திசு	... Connective tissue
இணையிலாச்சிரை	... Azysos vein
இணை நரம்பிழைப்பட்டை	... Pons
இணைவிடம்	... Synapse
இதய உறை	... Pericardium
இதய ஒலிகள்	... Heart sounds
இதயக் குழாய்க் குருதி யுறைகள்	... Coronary thrombasis
இதயக் குழாய்ச் சுருக்கியல்	... Angina pectoris
இதயக் குறைத் துடிப்பு	... Bradycardia
இதயச் சுழற்சி	... Cardiac cycle
இதயத்தடை	... Heart block
இதயத் தசையழிவு	... Myocordial infarction
இதய நுனி	... Apex of the heart
இதயப் பகுதித்தடை	... Pertial heart block
இதயப் பதிவேடு	... Cardiogram
இதயப்பதிவேடு செருகி	... Cardiographic probe
இதய மிகைத் துடிப்பு	... Tachycordia
இதய மின் பதிவேடு	... Electro-cardiagram
இதய விரைவு உருவாக்கி	... Pace-maker
இம்மி	... Particle
இயக்க ஊமை	... Motor aphasia
இயக்கச் சமநிலை	... Dynamic equalibrium
இயக்கவேற்பிகள்	... Mechano-receptors
இயக்கியல் செயலி	... Physical agent
இயக்குதசை	... Voluntary muscle
இயக்கு நரப்பங்கள்	... Motor neurons
இயக்கு நரம்பிழை	... Motor nerve fibre
இயக்கு முன் வட்டாரம்	... Premotor zone
இயங்கியல்	... Physics
இயங்குதசை	... Plain muscle
இயல் மாறுபாடுகள்	... Reaction
இரவு பார்வையின்மை	... Nyctalopia

இரு-கரியகை	...	Bicarbonate
இரு-சாக்கரைடுகள்	...	Di-sacharides
இருதீன்	...	Hirudin
இரும்பக நிறமி	...	Haemoglobin
இரும்பகப் புரத நிறமி	...	Haemosiderin pigment
இரும்பகைப் புரதம்	...	Ferritin
இரைப்பை	...	Stomach
இரைப்பைச் சிறுவளைவு	...	Lessen curvature of stomach
இரைப்பை நீர்மம்	...	Gastrin
இரைப்பை பெருவளைவு	...	Greater curvature of stomach
இரைப்பைப் பை	...	Gastric pouch
இரைப்பையடி நரம்பு	...	Hypogastric nerve
இரைப்பை வாய்	...	Cardia
இலயம்	...	Rhythm
இலாக்டிக் அமிலம்	...	Lactic acid
இலேங்கர்கானின் திட்டுக்கள்		Islets of Langerhams
இளம்பிள்ளை வாதம்	...	Spasmophilia
இழுது மீன்	...	Jelly-fish
இழை நார்	...	Fibrin
இழை நார்ச் சிதைவி	...	Fibrinolysin
இழை பிறப்பி	...	Fibrinogen
இழை மின்னோட்ட அளவை		String Galvano meter
இறங்கு கம்பம்	...	Descending limb
இறங்கு குடல்	...	Descending colon
இன்சுலின்	...	Insulin
இன்றியமையாத முடிச்சு	...	Vital knot
இனப்பெருக்க ஆற்றலழிவு	...	Castration
இனப் பெருக்கம்	...	Reproduction
இனவழி வளர்ச்சி	...	Phylogenetic development
இனுலின்	...	Inulin

ஈ

ஈயோசினோ அணு	...	Eosinophil
ஈர்ப்பு	...	Gravity
ஈரல் தாங்கி	...	Diaphragm
ஈரல் தாங்கி நரம்பு	...	Diaphragmatic of Phrenic N.
ஈரலகு	...	Bivalent
ஈரிதழ் குறுக்கம்	...	Mitral stenosis
ஈரிதழ் தடுக்கி	...	Mitral or Bicuspid valve
ஈன்றல்	...	Parturition

உ

உகைப்பு	...	Convection
உச்சரித்தல்	...	Pronunciation
உட்குழிவு	...	Hollow
உட்செல் குழல்கள்	...	Afferent vassels
உட்செல் (புகு) நரம்பு	...	Afferent nerve
உடல் நிலையுணர் நரம்பு	...	Vestibulan nerve
உடல் நிலையுணர இறுமையம்		Vestibular nuclous
உடல்-மின்னியங்கியல்	...	Electrophysiology
உடலியங்கியல்	...	Physiology
உடலியங்கியல் கணநீர்	...	Physiological solution
உடற் கூறியல்	...	Anatomy
உடுமுடிச்சு(விண்மீன் வடிவ)		Ganglin stallatum
உண்ணீர்	...	Nutrient fluid
உணர்ச்சியற்ற தன்மை	...	Apathy
உணர்வு ஊமை	...	Sensory aphasia
உணவுக் குழல்	...	Desophagus
உணவுக் குழல் திறவை	...	Oesophagotomy
உணவுச் சாறு	...	Chyme
உணவுப் பங்கீடு	...	Food rationing
உணவுப் பாதை	...	Gastro-intastinal tract
உமிழ் நீர்ச்சுரப்பி	...	Salivary gland
உமிழ்நீர் நொதி	...	Ptyalin
உயிர் அறுமை	...	Viuisection
உயிர்க்கூறு மூலகங்கள்	...	Biogenic elements
உயிர்த்தல்	...	Respiration
உயிர்த்தல் ஈவு	...	Respiratory quotient
உயிர்த்தல் உயிரியங்குறை	...	Respiratory hypoxia
உயிர்ப்பித்தல்	...	Resuscitation
உயிர் பிசிதம்	...	Protoplasm
உயிர்ப்பு மையம்	...	Respiratory centre
உயிர்மக் கோட்பாடு	...	Vitalism
உயிர் மின்னோற்றல்	...	Bio-current
உயிர் வேதியியல்	...	Biochemistry
உயிரகப்பை	...	allantoic sac
உயிரணு (நுண்ணியம்)	...	Cell
உயிரணு வெளி	...	Extrocellular
உயிரிய அளவை	...	Oxymater
உயிரிய இரும்பக நிறமி	...	Oxyhaemoglobin

உயிரிய இழப்பு	...	Oxygen hungen
உயிரியக் கடன்	...	Oxygen debt
உயிரியக் குறை	...	Hypoxia
உயிரியச் சேர்க்கைச் சிதைவு		O_2 dissociation
உயிரியத் தேவை	...	O_2 requirement
உயிரியல்	...	Oxygen
உயிரியரிலா நிலை	...	Anaerobic phare
உயிரியமேற்றல்	...	Oxidition
உயிரியல்	...	Biology
உயிரியல் அளவு	...	Biological value
உரம்	...	Tone
உரமின்மை	...	Atonia
உருப்பெருக்கி	...	Microscope
உருவளர்ச்சி	...	Phylogeny
உவர்ப்புநீர்	...	Saline water
உவர்மப் பாசியகை	...	Sodium chloride
உவர்மம்	...	Sodium
உள் இழைமம்	...	Endothelium
உள் நாக்கு	...	Uirila
உள் நிணம்	...	Endolymph
உள்ளார்ந்த ஆற்றல்	...	Potential energy
உள்ளுறைப் பருவம்	...	Latent period
உறிஞ்சுதல்	...	Absorption
உறிஞ்சுதல் அளவை	...	Absorption-meter
உறுத்துணர்வு	...	Irritability
உறுப்பிடையேற்பிகள்	...	Intero-ceptors
உறுப்புணர் மறுவினைகள்	...	Viscero-sensory reflexes
உறைகட்டி	...	Clot
உறைதல்	...	Coagulation
உறை நிலையளவை	...	Cryoscope
உறைவணுக்கள்	...	Thrombocytes
உறைவணுக் குறைநிலை	...	Thrombocytopenia
உறைவி	...	Thrombin
உறைவுத் தடுப்பிகள்	...	Anticoagulants
உறைஊக்கி	...	Thrombokinase

ஊ

ஊசலாடு பதிவேடு கருவி	...	Oscillograph
ஊட்டக்குறை	...	Hypovitaminosis
ஊட்டம்	...	Vitamin

ஊடகம் ... Medium
ஊடுருவல் ... Permeability
ஊண்சார்ந்த நரம்பு ... Trophic nerve
ஊறு ... Trauna
ஊறுமின் ... Current of injury
ஊன் பசை ... Gelation

எ

எடுத்துச் செல்லல் ... Transport
எண்ணிசை ... Octaves
எதிர்-அலைச்சுருக்கம் ... Anti-peristalsis
எதிர்-உறுப்புகள் ... Antagonists
எதிர்-உறைவி ... Anti-thrombin
எதிர்-பரிவு நரம்பு ... Parasympathetic nerve
எதிர்மாறு இயல் மாறுபாடு ... Reversible reaction
எதிர்-மின்னழுத்தம் ... Negative potential
எதிர்-மின்னாற்றல் ... Electro-negativity
எதிர்முக-அவியச் சமநிலை ... Negative Nitrogen balance
எதிர்முனைக் கற்றை ... Electron beam
எதிரயனி ... Anion
எதிரினம் ... Antigen
எரிகாரம் ... Caustic alkali
எரியக அமிலம் ... Phosphoric acid
எரியகக் கொழுமம் ... Phospholipid
எரியகம் ... Phosphorus
எரியகை ... Phosphate
எலுக் குருத்திணைப்பு ... Osteo-chordral junction
எலும்புச் சோறு ... Bone-marrow
எழுச்சி நிலை ... Euphoria

ஏ

ஏற்பி ... Receptor
அகவேற்பி ... Intero-ceptor
அழுத்த மாறுபாட்டேற்பி ... Presso-receptor
இயக்கவேற்பி (பொறி
யேற்பி) ... Mechano-receptor
ஒளியேற்பி ... Photo-receptor
சுவையேற்பி ... Receptor of taste
தொடுவேற்பி ... Touch receptor

நுகரேற்பி	...	Receptor of smell
புறவேற்பி	...	Esteroceptor
வலியேற்பி	...	Pain-receptor
வெப்ப ஏற்பி	...	Thermo-receptor
வேதியேற்பி	...	Chemoneceptor
ஏற்புக் களன்	...	Receptor field
ஏறு கம்பம்	...	Ascending limb
ஏறு குடல்	...	Ascending colon

ஐ

ஐம்புலன்கள் (பகுத்தாய் உறுப்புகள்)	...	(Analysers) Sense organs

ஒ

ஒடுங்கிய பகுதி	...	Thensagement of loop of henle
ஒப்பீட்டு வளர்ச்சி	...	Relative growth
ஒப்பு உடலியங்கியல்	...	Comparative physiology
ஒருங்கியக்கம்	...	Co-ordination
ஒரு-சாக்கரைடுகள்	...	Monosaccharides
ஒலிக் கவட்டை	...	Tuning fork
ஒலி மறைப்பு	...	Masking of sound
ஒலியதிர்வு	...	Timbre of sound
ஒலி வலிவு	...	Loudness
ஒளிப்படலம் (சிறுங்கை) (விழிக்கரும் படலம்)	...	Cornea
ஒளிவண்ணப் பட்டை	...	Spectrum
ஒளி விலகல்	...	Refraction
ஒளி விலக்குக் கலம்	...	Refracting apparatus
ஒழுங்கமைப்பு (கட்டுப்பாடு)		Regulation
ஒற்றணு	...	Monocyte

ஓ

ஓங்குதல் கொள்கை	...	Principle of dominance
ஓசை	...	Sound
ஓய்வு மின்	...	Resting potential
ஓரலகு	...	Univalent

க

கடத்துதல்	...	Conduction
கடற் பஞ்சடுக்கு	...	Spongy layer

கடைநிலைச் சிறுநீர்	...	Final urine
கண்ணியலளவை	...	Opthalmometer
கணை நோய்	...	Rickets
கணையம்	...	Pancreas
கப்பி நரம்பு	...	Trachlear nerve
கரப்பான் எதிரமிலம்	...	Ascorbic acid
கரப்பான் நோய்	...	Scuroy
கரி-இரு-உயிரியை	...	Carbon-di-oxide
கரி-நவச்சாரக் கூட்டுப் பொருள்	...	Carbamino-compound
கரிப் பொருள்	...	Substantia nigra
கரிப் பொரு ளமிலம்	...	Organic acid
கரியகை	...	Carbonate
கரியமில நீர் வாங்கி	...	Carbonic anhydrax
கரியமிலம்	...	Carbonic acid
கருக்கொள்ளுதல்	...	Conception
கருச் சவ்வு	...	Decidua
கருச்சிதைவு நொதி	...	Nuclease
கருநிலை	...	Threshold
கருநிறமி நீர்மம்	...	Melanophorine hormone
கருப்பை	...	Uterus
கருப்பைக் கழுத்து	...	Cervix uteri
கருப்பைக் குழாய்	...	Fallopian tube
கருப்பைச் சுருக்கி	...	Oxytocen
கருப்பை உட்படலம்	...	Endometrium
கருமுளை	...	Embryo
கருவகம்	...	Ovary
கருவணு	...	Ovum
கருவணுக் கூட்டைத் தூண்டும் நீர்மம்	...	Follicle-stimulating hormone
கருவணுக் கூடு	...	Ouarian follicle
கருவணு வெளிப்படல்	...	Doulation
கருவுறச் செய்யப்படுதல்	...	Impregnation
கருவுறுதல்	...	Fertilisation
கருவுறு நீர்மம்	...	Progesterone
கரைதக்கைப் பொருள்	...	Colloid
கரைதல்	...	Solubility
கரைநிலை மடங்கெண்	...	Co-efficient of solubility
கரை நீர் (கரைசல்)	...	Solution

கல்லீரல்	... Liver
கல்லீரனம்	... Heparin
கல்லீரல்-குடற்சிரை	... Portal vein
கல்லீரல் நாளம்	... Hepatic duct
கலவி	... Copulation
கவராயம்	... Compasses
கவுப்பரின் சுரப்பி	... Cowpers gland
களைப்பு	... Asthenia
கழிவுறுப்புகள்	... Excretory organs
கழுத்துத்தமனி	... Carotid artery
கழுத்துத் தமனிப்பை	... Carotid sinus
கனலை	... Heat
கனலளவை	... Calorimeter
கனிச்சத்து	... Mineral

கா

காசநோய்	... Tuberculosis
காது-தொண்டை இணை குழாய்	... Eustachian tube
காப்புத் திறன்	... Immunity
காப்பு மறுவினை	... Defence reflex
காரச் சேமிப்பு	... Alkali reserve
காரணிகள்	... Factors
காரநிலை	... Alkalosis
காரம்	... Alkali
காரையடித் தமனி	... Subclavian artery
,, சிரை	... ,, vein
காரை எலும்பு	... Clavicle
கால மறுவினை	... Time reflex
காற்றழுத்த அளவை	... Barometer

கி

கிடைக்கோடு	... Horizontal line
கிடைத்தளம்	... Horizontal plane
கிண்ண வடிவ	... Goblet shaped
கிப்பூரிக் அமிலம்	... Hippuric acid
கிராம்பு	... Clove
கிரிமாசுட்டர் தசை	... Cremaster muscle
கிளர் திறன்	... Excitability

கிளர்நிலை ... Excitation
கிளைகோசன் ... Glycogen

கீ

கீமட்டின் ... Haematin
கீமின் ... Haemin
கீழ்க் குடலுறை நரம்பு முடிச்சு ... Inferior mesentaric ganglion
கீழ்க் குன்று ... Inferior colliculus
கீழ்த் தலைமம் ... Hypothalomus
கீழறைத் தப்புதல் ... Ventriculor escape

கு

குஞ்சவடி நீர் ... Glomerular filtrate
குடல் நரம்பு ... Splanchnic nerve
குடல்வழிச் சர்க்கரை மிகுநிலை Alimentary glycosinia
குடல்வாய் ... Pylorus
குடலழற்சி நோய் ... Diarrhoea
குடலுறிஞ்சி ... Villies (Intestinal)
குடலுறிஞ்சி யூக்கி ... Villikin
குடலுறை மடிப்பு (மடக்கு) ... Mepsentry
குடற்பால் ... Chyle
குடற்பால் நுண் குழாய்கள் ... Lacteal
குடுவைச் செவி ... Lagena
குத-எழுப்புத்தசை ... Levator anim
குதம் ... Arus
குதவட்டு ... Sacral segment
குமட்டுதல் ... Neusea
குமிழ்-குழிவுத்தசை ... Bulso-cavennosus M.
குமிழ்-குழிவுச் சிரை ... Cavernous sinus
குரல் நாண்கள் ... Vocal cords
குரல்வளை ... Larynx
குரல்வளைக் கண்ணாடி ... Laryngoscope
குரல்வளைத் தடுப்பு ... Epiglothis
குரல்வளைச் சிரை ... Jugular vein
குரல் விசையளவை ... Tonometer
குரலி ... Glothis
குருட்டுப் பொட்டு ... Blind spinal
குருணைகள் ... Granules
குருணையணு ... Granulocyte

குருணையற்ற அணு	...	Agranulocyte
குருதி உறைவு	...	Coagulation
குருதிக் கசிவு (ஒழுக்கு)	...	Haemorrtage
குருதிக் குழாய் இயக்கு மையம்		Vasamotor centre
குருதித் தகடுகள்	...	Platelets
குருதிச் சிதைவு	...	Haemolysis
குருதிச் சேமிப்பு நிலையம்	...	Blood depot
குருதிச் சோகை	...	Anaemia
குருதி செலுத்துதல்	...	Transfusion
குருதி நிறமிகள்	...	Haemochromogens
குருதியணு அளவை	...	Haemocytometer
குருதியணு குறைநிலை	...	Erythropenia
குருதியளவை	...	Haematocrit
குருதியொழுக்குநோய்	...	Haemophilia
குருதியோட்ட அளவை	...	Plathysmo-graph
குவிய தூரம்	...	Focal length
குள்ளவியல்	...	Dwartism
குளிர் பொட்டு	...	Cold post
குளோபுவின்	...	Globin
குளோயகா	...	Cloaca
குழவி	...	Foetus
குழவி சூழ் நீர்மை	...	Amniotic fluid
குழாய் இறுக்கி நீர்மம்	...	Vasopeession
குழைய நிலை	...	Viscosity
குறிதொடர் இயக்கம்	...	Referred action
குறுக்குக் குடல்	...	Transverse colon
குறுக்குச் சுற்றோட்டம்	...	Cross-circulation
குறுகுறுத்தல்	...	Tickling
குறுந்தமனி	...	Arteriole
குறுவணுக்கள்	...	Microcyte
குறை அளவு விதி	...	Law of minimum
குறைக் கேடயச் சுரப்பியல்	...	Hy.pothyrodism

...

கூ

கூட்டின் உறை	...	Theaa folliculi
கூட்டு நீர்மை	...	Liquor folliculi
கூடுறை உயிரணுக்கள்	...	Granulosa cells
கூம்புகள்	...	Cones
கூருணர்ச்சி	...	Sensitiuity
கூருணர்ச்சிப்பாடு	...	Sensitisation

கெ

கென்லி வளைவு	...	Loop of Henle

கே

கேட்டலேசு	...	Catalase
கேடயச் சுரப்பி	...	Thyroid gland
கேடயச் சுரப்பு ஊக்கி நீர்மம்		Thyrotrophic hormone
கேடய நீர்மம்	...	Thyroxin

கை

கை, கால் பெருக்க நோய்	...	Acronegaly

கொ

கொடுஞ் சோகை	...	Pencicious anaemia
கொப்பூழ்	...	Umbilicus
கொழு கொம்பு	...	Modiolus
கொழுப்பு	...	Fat
கொழுப்புச் சிதைவி	...	Lipolytic, Lipase
கொழுமக் கட்டி	...	Lipocaic
கொழும நிலை	...	Lipaemia
கொழுமப் புரதம்	...	Lipo-protains
கொழுமம்	...	Lipoid

கோ

கோப்பு (சேர்க்கை)	...	Composition

ச

சட்ட மருத்துவ இயல்	...	Medicolegal Practice
சந்ததி	...	Offspring
சம ஆற்றல்	...	Equivalent
சமனலக் கூறு	...	Milli-equivalent
சமனலகெடை	...	Equivalent weight
சர்க்கரைக் குறைநிலை	...	Hyposlycaemia
சர்க்கரை சிறுநீர்	...	Glycosuria
சர்க்கரை மிகை நிலை	...	Hyperglycaemic
சரி செய்து கொள்ளுதல்	...	Adjust
சல்லடை எலும்பு	...	Cribriform bone
சவ்வூடழுத்தம்	...	Osmotic pressure
சளிச் சவ்வு	...	Mucosa

சளிச் சுரப்பி ... Mucous gland
சளிப் படலம் ... Mucous membrane

சா

சாபோனின் ... Saponin
சாம்பற் பொருள் ... Gray malter
சாம்பல் முண்டுக்கரு ... Tuber cinereum
சால்வரியிடம் ... Strio-pallidal system
சால்வரியமைப்பு ... Corpus striatum

சி

சிட்ரேட் ... Citrate
சிதைதல் ... Decomposition
சிதைவி ... Lysin
சிரை நாளம் ... Ductus venosus
சிவப்புப் பச்சைக் குருடு ... Protamopia
சிறுகுடல் ... Small intestines
சிறுநீர் ... Urine
சிறுநீர் கழித்தல் ... Micturition
சிறுநீர் செல்லாநிலை (பிடிப்பு) Anuria
சிறுநீர்-பாலுறுப்புவழி ... Uro-genital conal
சிறுநீர் பித்தப் பொருள் ... Urobilinogen
சிறுநீர்ப் புறவழி ... Urethra
சிறுநீர்ப் புறவழி மென்பகுதி... Membranous urethra
சிறுநீர்ப்பை ... Urinary bladder
சிறுநீர்ப்பையறி கருவி ... Cystoscopo
சிறுநீரகக் குழல் ... Renal tubule
சிறுநீரகம் ... Kidney
சிறுநீரக மீச்சுரப்பி ... Adrenal gland
,, அகணி ... Adrenal medulla
,, புறணி ... Adrenal cortes
சிறுநீரகை ... Urea
சிறுநீரகை நோய் ... Uraemia
சிறுநீரமிலம் ... Uric acid
சிறுமூளை ... Cerebellum
தொண்மைச் சிறுமூளை ... Paleocerebellum
புதுச் சிறுமூளை ... Neccendalembul

சீ

சீநீர் ... Serum
சீரிளவணுக்கள் ... Normoblasts
சீழ்க் கட்டி ... Abscess

சு

சுட்டி (குறியெண்) ... Index
சுண்ணகம் ... Calcium
சுத்தியெலும்பு ... Malleus
சுரத்தல் ... Secretion
சுரிப்பு ... Twitch
சுருக்கம் (சுருங்குதல்) ... Contraction
சுருக்கு ... Systole
சுருள் மெலிகுழாய் ... Convoluted tubule
சுருள் வடம் ... Annular ligament
சுருள்வில் அழுத்த அளவை Spring galvanometer
சுவையரும்புகள் :
  மொட்டுகள் ... Taste buds
சுற்றோட்ட உயிரியக்குறை ... Circulatory hypoxiz
சுற்றோட்டம் ... Circulation
  இதயச் சுற்றோட்டம் ... Coronary circulation
  குறுக்குச் சுற்றோட்டம் ... Cross ,,
  தந்துகிச் சுற்றோட்டம் ... Capillary ,,
  திரிபுச் சுற்றோட்டம் ... Collateral ,,
  நுரையீரல் சுற்றோட்டம் ... Pulmonary ,,
  பொதுச் சுற்றோட்டம் ... Systemic ,,
  மூளைச் சுற்றோட்டம் ... Cerebral ,,
சுன்னம் ... Zero

சூ

சூல் (கர்ப்பம்) ... Pregnancy
சூழ்நிலை ... Environment

செ

செக்ரீடின் (சுரப்பு ஊக்கி
  நீர்மம்) ... Secretion
செங்கரு ... Red nucleus
செதில்கள் ... Gills
செயல்குன்றிய நிலை ... Parabiosis

செயல்மிகு நிலை ... Exaltation phase
செயலற்ற நிலை ... Hibernation
செயலி ... Agent
செயலுறுப்பு ... Effector organ
செரித்தல் ... Digestion
செரித்தல் குழாய் ... Digestive tube
செரிநீர் ... Digestive juice
செருகு குழல் (நுழை குழல்) Catbeter
செவ்வணுக்கள் ... Erythrocytes
செவ்வணு படியும்
விரைவுமானம் ... Erythrocyto sedimentation rate
செவ்வணு மிகுநோய் ... Polycythemia
செவி-கன்னப்பொட்டு நரம்பு Auriculo-temporal N
செவி சிறு பை ... Utriculus,
செவித்துகள் படலம் ... Otolith membrane
செவி நரம்பு முடிச்சு ... Otic ganglion
செவி நுண் பை ... Sacculus
செவிப்பறை (முரசுப் படலம்) Tympanic membrane
செவிப்பறை நாள நரம்பு ... Chorda tympani
செவிப்பறை யறை ... Tympanic cavity
செவிப்பை ... Acoustic vesicle
செவிமணல் ... Otoliths
செவி முன்றில் ... Vestibule
செவியடிச் சுரப்பி ... Parotid gland
செவி யெலும்புகள் ... Ossicles of ear

சே

சேர்க்கை ... Composition
சேய்மை நெளிகுழல் ... Distal convoluted tubule

சோ

சோகை ... Anaemia

த

தசைக் காப்பு ... Muscle guarding
தசை நாண் ... Tendon
தசை நார்த்துடிப்பு ... Fibrillation Flutter
தசைப் பணி ... Muscular work
தசைப் பெருக்கம் ... Muscle hypertrophy

தசையிழுப்பு மறுவினை	...	Myotactic reflex
தசைவற்பு	...	Tetanus
தட்டிக் கேட்டல்	...	Percussion
தட்டுக்கள்	...	Corpuscles
தடுக்கி	...	Value
தடை	...	Inhibition
தடைவலி	...	Resistance
தண்டு	...	Rod
தண்டுவடம்	...	Spinal cord
தண்டுவட அதிர்ச்சி	...	Spinal shock
தண்டுவடக் கற்றைகள்	...	Spinal tract
தண்டுவடப் பின் நரம்பணுத் திரள் அழிவு	...	Tabes dorsalis
தந்துகி	...	Capillary
தந்துகிக் கண்ணி	...	Capillary loop
,, குஞ்சம்	...	Capillary tuft
தமனிச்சிரை உயிரிய மாறுபாடு	...	Arterio-uenous Oxygen difference
தலைப்பிரட்டை	...	Tadpole
தலைமம்	...	Thalamus
தள்ளாடுதல்	...	Ataxia
தன்மயமாதல்	...	Assimilation
தன்னியக்கத் தன்மை	...	Automatism
தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம்		Vegetative or Autonomous nervous system

தா

தாடையடிச் சுரப்பி	...	Submazillary gland

தி

திண்ணிறைவாக்குதல்	...	Saturation
திசு	...	Tissue
திசு நச்சு	...	Histotoxic
திசுநீர்த் தேக்கம்	...	Oedema
திசு நீர்மச் சிதைவி	...	Histaminase
திசு நீர்மம்	...	Histamine
திசுப் பெருக்கப் பருவம்	...	Proliferation phase
திசுவிடை நீர்	...	Interstitial fluid
திசுவியல்	...	Histology

திமிர்ப்பு ... Rigidity
திரட்டுக் குழல் ... Collecting tubule
திரள்வி ... Agglutinins
திரளுமம் ... Agglutinogen
திரிபுச் செவ்வணு நிறமி ... Met haemoglopin
திரும்ப இயலா மாற்றங்கள் ... Irreversible changes

தீ

தீட்டு ... Menstruation
தீட்டுச்சுற்று ... Menstrual cycle
தீட்டுறு நீர்மங்கள் ... Oestrogenic hormones

து

துடிப்பு மாறுபாடுகள் ... Arrhythmia
துண்டிடைத் தமனி ... Interlobular artery
துணை உயிரணு ... Accessory cell
துணைக் கேடயச் சுரப்பி ... Parathyroid gland
துணைக்கிளைச் சிரைகள் ... Collaterals
துணைச் சுரப்பிகள் ... Accessory glands
துணை முகட்டு மண்டலம் ... Extra-Pyramidal system

தூ

தூண்டலை ... Impulse
தூண்டுதல் ... Stimulation
தூண்டுகை ... Stimulus
தூரிகைக்கரை ... Brush border
தூவி உயிரணு ... Hair cell
தூவி மேலிமைமம் ... Ciliated epithelium

தெ

தெட்ருசார் தசை ... Detrusor M
தெவிட்டல் ... Satiety
தெளிவறு நரம்பு ... Vagus
தெளிவுறுதல் மடங்கெண் ... Co-efficient of clearance

தே

தேக்கி ... Reservoir

தொ

தொகுப்பு உடலியங்கியல்	...	Synthetic physiology
தொங்கு உயிரணுக்கள்	...	Sustentacular cells
தொடக்கக் கருக்கூடு	...	Primordial follicle
தொடக்க நுனி	...	Proximal end
தொடக்க மேலறைக்கணு	...	Sino-atrial rode
தொடைத் தமனி	...	Femoral artery
தொண்டை இறுக்குத் தசைகள்	...	Constrictors of pharynx
தொலி	...	Membrane
தொலை ஒலிக்கருவி	...	Phone-endoscope
தொற்று நீக்கு முறை	...	Asepsis

தோ

தோல் வெடிப்பு நோய்	...	Pellagra
தோலழற்சி	...	Dermatitis

ந

நகிலுறுப்பு	...	Corpora mamillaria
நச்சுக் கொடி	...	Placenta
நச்சு முறிவிகள்	...	Anti-toxins
நடுநரம்பு மண்டலம்	...	Central Nervous system
நடுப்பார்வைப் பொட்டு	...	Fovea centralis
நடு மூளை	...	Midbrain
நடுவு முண்டு	...	Medial geniculate body
நத்தை	...	Snail
நத்தை யுருக்கலம்	...	Cochlear apparatus
நரப்பக் கிளை	...	Dendrita
நரப்ப விழுது	...	Axon
நரம்பணு	...	Nerve cell
நரம்பிழைத்திரள்	...	Column
நரம்புச் சிமிழ்	—	Olive
நரம்பு நாற்குன்று	...	Corpora quadri gemina
நரம்பு-நீர்க்கூறு தூண்டுதல்	...	Neuro-humoral stimulation
நரம்பு முடிச்சு	...	Ganglion
,, பின்னிழை	...	Post-ganglunic fibre
,, முன்னிழை	...	Pregan glionic fibre
நரம்பூட்டம்	...	Innervation
நரம்பு மையம்	...	Nerve centre

நவ(ச்சார)க் குழுக்கள் ... Amino-groups
நவச்சாரப் பாசியகை ... Ammonium chloride
நனி நுண் வடிநீர் ... Ultrafiltrate

நா

நாக்குக்கிளை நரம்பு ... Lingual branch
நாடி ... Pulse
நாண்வரைத் தசைநார்கள் ... Chordae tendinae
நா-தொண்டை நரம்பு ... Glosso-pharynaeal N.
நா நரம்பு ... Lingual nerve
நாரிய-குழிவுத்தசை ... Ischio cauernosus
நாவடிச் சுரப்பி ... Sublingual gland
நாளமில்லாச் சுரப்பி ... Endocrine (ductless) gland
நாளளவு ... Diurnal
நாற்றலைத் தசை ... Quadriceps femoris M.

நி

நிண அணு ... Lymphocyte
நிணம் ... Lymph
நிணநீர் ஊக்கி ... Lymphogogue
நிமிடக் கொள்ளளவு ... Minute volume
நிமிர்வு ... Erection
நில-நீர் வாழ் விலங்கு ... Amphibiam
நிலைத்த அளவு ... Constant value
நிலைத்தளம் ... Vertical plane
நிலைமம் ... Constant
நிலைமின் ... Constant current
நிலையமைவு ... Posture
நிழற்படக் கருவி ... Camera
நிறக் கூட்டிணைவு ... Colour fusion
நிறப் பார்வை ... Colour vision
நிறமி ... Pigment
நிறவளவை ... Colorimeter

நீ

நீடித்த புரை ... Chronic fistula
நீர்க்குதிரை வடிவமேடு ... Hippocampal syrus
நீர்க் கோர்த்தல் ... Cold
நீர்த்த புரதச் சுரப்பி ... Serous gland

நீர்நிலைத் தேர்ந்தாய்வு	...	Hydrostatic test
நீர்நிலை யழுத்தம்	...	Hydrostatic pressure
நீர் நீங்குதல்	...	Dehydration
நீர்மம்	...	Hormone
நீர்மை	...	Liquid
நீரகற்றி எதிர் நீர்மம்	...	Anti-diuretic hormone
நீரகற்றிகள்	...	Diuretic
நீரியக்குறி	...	PH.
நீரியச் சிதைவு	...	Hydrolysis
நீரியம்	...	Hydrogen
நீரிழிவு நோய்	...	Diabetes
நீருடன் இணைதல்	...	Hydration
நீல அணு	...	Basophil
நீல-ஊதாக்குருடு	...	Tritanopia
நீலநிறத் தன்மை	...	Cyanosis
நீள் கூம்புத்தசை	...	Papillary M.
நீள் தன்மை	...	Extensibility

நு

நுகரளவை	...	Olfactometer
நுகரேற்பி	...	Receptor of smell
நுண்-உடலியங்கியல்	...	Micro-physiology
நுண்ணிய மூலகங்கள்	...	Micro-elements
நுண்ம அழிவுப் பொருள்	...	Bactericidal substance
நுண்மம் வழுங்கல்	...	Phagocytosis
நுண்ம வடிவளவை	...	Micro-pipetta
நுண்ம வேதியியல்	...	Micro-chemistry
நுரையீரல் அழற்சிநோய்	...	Preumonia
நுரையீரல் உறை	...	Pleura
நுரையீரல் தமனி	...	Pulmonary artery
நுரையீரல் நீர்க்கோவை	...	Pulmonary oedema

நெ

நெஞ்சறையின் நடுப்பகுதி	...	Mediastimum
நெஞ்ச முன் எலும்பு	...	Sternum
நெடியம்	...	Aldehyde
நெப்ரான்	...	Nephron
நெம்புகோல்	...	Lever
நெய் அமிழ்வு உருப் பெருக்கி	...	Oil immersion microscope
நெருக்கமான அடுக்கு	...	Compact layer

நே

நேர்க்குடல்	...	Rectum
நேர்க்குடல்-குதவால் எலும்பு இணைப்புத்தசை	...	Recto-coccygeal M.
நேர்முக அவியச் சமநிலை	...	Positive Nitrogen balance
நேரயணி	...	Cation

நொ

நொதி	...	Enzyme
நொதுமலணு	...	Neutrophil
நொய்மை	...	Fragility

ப

பக்கவாட்டு	...	Lateral
பகுத்தாய்விகள்	...	Analysers
பகுதியழுத்தம்	...	Partial pressure
பகுப்பாராய்ச்சி	...	Analysis
பகுபிரிமுறை	...	Dialysis
பச்சைக்குருடு	...	Deutranopia
பசியார்வம்	...	Appetite
பட்டை எலும்பு	...	Incus
படிகப் பொருள்	...	Crystallird
படிமலர்ச்சி	...	Evolution
படிவிகள்	...	Preciptions
பதனழிதல்	...	Putrifaction
பரிமாற்றத்தடை	...	Reciprocal inhibition
பரிவு-நரம்பு	...	Sympathetic N.
பரிவு நீர்மம்	...	Sympathin
பல்சிறுநீர்க்கழிவு	...	Polyuria
பல் நரம்பழற்சி	...	Polyneuritis
பல் நிறமேற்கும் செவ் வணுக்கள்	...	Polychromatophilic erythrocyler
பல-சாக்கரைடுகள்	...	Polysaccharides
பளிங்குப் பொருள்	...	Vitreous body
பழக்கப்படுத்தப்பட்ட	...	Conditioned
பழக்கப்படுத்தப்படாத	...	Unconditioned
பற்றிறுக்கி	...	Clamp
பற்றீர்த்தல்	...	Sucking

பா

பாகு	Semiliquid
பாசியகை	Chloride
பாதரச அழுத்த அளவை	Mercury manometer
பாதி-குருட்டுத் தன்மை	Hemianopsia
பார்வைக் கூர்மை	Visual acuity
பார்வைச் சுற்றளவு அளவி	Perimeter
பார்வைப் பரப்பு	Field of vision
பார்வை முனைப்பழிவு	Astigmatism
பாரா-அமைனோ-கிப்பூரிக் அமிலம்	Para-amino Hippuric acid
பால் சுரத்தல்	Lactation
பால் சுரப்பிகள்	Sex glands
பால் சுரப்பு நீர்மம்	Prolactin
பால் சுற்று	Sexual cycle
பால் துணைப் பண்புகள்	Secondary sexual characters
பால் முதன்மைப் பண்புகள்	Primary sexual characters
பால் முதிர்ச்சி	Sexual maturity
பாலுணர்ச்சியின் உந்துதல்	Libido
பாலுறுப்புச் சார்பு நரம்பு	Puldental N.
பாலுறுப்பு வளர்ச்சி நீர்மம்	Gonadotrophin
பாவனை உணவூட்டல்	Sham feeding

பி

பிசிதம்	Plasma
பிட்யூட்ரின்	Pituitrin
பிடரிமடல்	Occipital lobe
பிணிகாப்புத் திறன்	Immunity
பித்த அமிலம்	Bile acid
பித்த நிறமி	Bile pigment
பித்த நீர்	Bile
பித்த நீர் ஊக்கி	Cholagogue
பித்தப்பை	Gall bladder
பித்தப்பை நாளம்	Cystic duct
பிழிதல் (பிழிவு)	Extract
பிறழ் செவ்வணுக்கள்	Poikilocytes
பிறழ் முறை	Disorder
பிறை வடிவத் தடுக்கி	Semilunar valve
பின்-உருவங்கள்	After-images

பின்-தொடை நரம்பு	...	Sciatic N.
பின் பிரிவு	...	Posterior division
பின் மின்னழுத்தம்	...	After-potential
பிணியல் உறுப்பு	...	Pineal body

பீ

பீச்சாங்குழல்	...	Syringe

பு

புடைப்பு	...	Popilla
புரதம்	...	Protein
புரதச் சிதைவி	...	Proteclytic enzyme pepsin
புரதமில்லாத அவியம்	...	Non-Protein Nitrogen
புரை	...	Fistula
புழுவிணைப்பு	...	Vermis
புழை	...	Lumen
புளோரிட்சின்	...	Floridzine
புறச்சூழல்	...	External environment
புறணி	...	Cortex
புறணியடி	...	Subcortical
புறப்பாலுறுப்புகள்	...	External genetalia
புனைக்கருப்பம் (சூல்)	...	Preudopregnancy

பூ

பூதவியல்	...	Gigantism
பூப்பு	...	Puberty

பெ

பெண் நோயியல்	...	Gynaecology
பெண்மையுறுதல்	...	Feminisation
பெயரிலாத் தமனி	...	Innominate artery
பெருங்குடல்	...	Large intestines
பெருங்குடல் வாய்	...	Caecum
பெருஞ்சீரகம்	...	Anise
பெருந்தமனி	...	Aorta
பெருந்தமனி வளைவு	...	Aortic arch
பெருந்தமனி வீக்கநோய்	...	Aortic aneurysm
பெருநீல அணு	...	Mast cell
பெருமூளை	...	Cerebrum

பெருமூளைப் புறணி ... Cerebral cortex
பெருவணுக்கள் ... Macrocytes

பே

பேச்சுக்கலம் ... Vocal apparatus
பேருரு இளவணுக்கள் ... Megaloblasts

பை

பைரிடாக்சின் ... Pyridoxin
பைரோல் ... Pyrolle

பொ

பொதி ... Membrane
பொதுப்பித்த நாளம் ... Common bile duct
பொருண்மை சாராக் கொள்கை ... Metaphysics
பொறியமைப்பு ... Device

போ

போதாமை ... Insufficiency
போலிக் அமிலம் ... Folic acid
போலிக்கால் ... Psaudopodio

பௌ

பௌமன் மேலுறை (பொதி) Bowman's capsule

ம

மகளிர்க் கந்து ... Clitoris
மஞ்சட் கருப்பை ... Yolk sac
மஞ்சட் காமாலை ... Jaundice
மஞ்சள் கூடு ... Corpus luteum
மஞ்சள் கூடு வளர்ச்சி நீர்மம் Luteotrophic H
மஞ்சள் கூடுறு நீர்மம் ... Leutinising H
மஞ்சள் பொட்டு (மறு) ... Macula lutea
மடக்கு மறுவினை ... Flexor reflex
மடிப்பு ... Convolution
மண்டையுள் அழுத்தம் ... Intracranial tension
மண்ணீரல் ... Spleen

மலக்குடல்	...	Signoid colon stercobilingogem
மலப்பித்தப் பொருள்	...	Reflex

மா

மாச்சத்து	...	Starch
மாதிரிகள்	...	Samples
மார்-கேடயச் சுரப்பித்தசை	...	Sternothyroid'M
மார்-நாவடி யெலும்புத்தசை		Sterno-hyoid M
மாவுப்பொருள்	...	Carbohydrate
மாவுப்பொருட் சிதைவி	...	Amylolytic
மாற்றத்தாங்கியமைப்பு	...	Buffer system
மாற்றிப் பதிதல்	...	Transplantation
மாரு வெப்ப நிலேயினம்	...	Homiotherms
மாறும் உடல்நிலே மூச்சு	...	Orthopnoea
மாறும் வெப்ப நிலேயினம்	...	Poikilotherms
மாறெதிரினம்	...	Antibody
மானிடால்	...	Mannitol

மி

மிகு ஊட்ட நிலே	...	Hypervitamirosis
மிகைக் கேடயச் சுரப்பியல்	...	Hypertheyroidism
மிகைச் சுருக்கம்	...	Extrasystole
மிகை வழுத்தி	...	Hypertensin
மிகையழுத்தம்	...	Hypertension
மிதவைக் காற்றுப்பை	...	Swimming bladder
மின் ஆற்றல் நடுநிலே	...	Electric neurality
மின் இயக்க அளவை	...	Dyanometer
மின் கொடி முனேப்பு	...	Polarisation
மின் தக்கை	...	Lead
மின் பகாப் பொருள்	...	Non-electrolyte
மின் பகு பொருள்	...	Electrolyte
மின் வலியழுத்தல்	...	Electric potential
மின் விறைப்பு	...	Electro-tonus
மின்னேட்ட அளவை	...	Galvanometer

மீ

மீச்சுரப்பி நீர்மம்	...	Adrenaline
மீசன்கைம்	...	Mesenchyme

மீள் தன்மை ... Elasticity
மீளுறிஞ்சுதல் ... Re-absorption

மு

முக்கிளை நரம்பு ... Trigeminal N
முகடு ... Pyramid
முக நரம்பு ... Facial N
முகம்-இணைக்குழாய் ... Facial canal
முகர்வு நரம்பு ... Olfactory N
முகுளப் பிரிவு ... Bultar division
முகுளம் ... Medulla oblongata
முட்டையுருச் சாளரம் ... Oval window
முடுக்குதல் ... Accelaration
முதல் நிலைச் சிறுநீர் ... Primary urine
முதன்மை உயிரணு ... Chief cell
முதுகெலும்புடையன ... Vertabrates
முரசம் விறைப்பி ... Tensor tympani
முரசுப்படி ... Scale tympani
முலைக்காம்பு ... Nipple
முலைச் சுரப்பி ... Mammary gland
முலைப்பாலூட்டல் ... Suckling
முழங்கைத் தமனி ... Ulnar art
முழு இதயத்தடை ... Complete heart block
முன் கருவணு ... Oocyte
முன் குடல் ... Duodenum
முன் தந்துகி ... Pre-capillary
முன் துளைச் சத்து ... Substantia perforata anterior
முன் பிரிவு ... Ventral division
முன்புறப் பிளவு ... Anterior fissure
முன்றில் கலம் ... Vestibular apparatus
முன்றில் படி ... Scale vestibuli
முன்னுறைவி ... Prothrombin

மூ

மூக்கிடைத் தடுப்பு ... Nasal septum
மூக்குக் குழி ... Nasal cavity
மூக்குத் தொண்டையறை ... Naso-pharyngeal cavity
மூக்கு நுனி (மூக்குச் சிறகு) ... Ala nasi
மூக்கு வெளித்துளை ... Nostril
மூச்சுக் குழல் இளைப்புநோய் Bronchial asthma

மூச்சுத் திணறல்	...	Asphyxia
மூச்சு நிற்றல்	...	Apnoea
மூச்சு மிகுதல்	...	Hyperproea
மூட்டழற்சி	...	Arthritis
மூவிதழ் தடுக்கி	...	Tricuspid valve
மூளை	...	Brain
மூளை-தண்டுவடக் குழம்பு	...	Cerebro-spinal fluid
மூளை மின் பதிப்பு	...	Electro-encephalogram
மூளையடிச் சுரப்பி	...	Hypophysis (Pitutary gland cerebri)
இடைப்பகுதி	...	Pars intermedia
காம்புப் பகுதி	...	Infundibulum
தண்டுப் பகுதி	...	Pars tuberalis
பின் மடல்	...	Pars posterior
முன் மடல்	...	Pars anterior
மூளையுட் குழிவு	...	Ventricle of Brain

மெ

மெது மேலண்ணம்	...	Soft palate
மெல்லுதல்	...	Mastication
மெலிசிரைகள்	...	Verules
மெழுகுபற்றி	...	Candle power
மென்மை நாடி	...	Soft pulse

மே

மேடு	...	Gyrus
மேல் கழுத்து நரம்பு முடிச்சு		Superior verical ganglion
மேல்-கீழறைக் கணு	...	Atrio-ventricular Node
மேல் கீழறைத் தடுக்கி	...	A. V. valve
மேல் குரல்வளை நரம்பு	...	Superior laryngeal N
மேல் தலைமம்	...	Metathalamus
மேல்தோல் படலம்	...	Epidermis
மேற்கைத் தமனி	...	Brachial artery

மை

மையச் சுழற்றி	...	Centrifuge

மோ

மோப்பக் கட்டி	...	Lobus parolfactortus
மோப்பக் குமிழ்	...	Olfactory bulb

மோப்பப் பரப்பு	...	Olfactory area
மோப்ப மையம்	...	Olfactory centre
மோவாய்	...	Chin
மோவாய் நாத்தசை	...	Genioglossi M

வ

வட்டச் சாளரம்	...	Round window
வட்டிடை மறுவினை	...	Intersegmental reflex
வடிகட்டி	...	Filter
வடிநீர்	...	Distilled water
வண்ணப்பட்டை	...	Spectrum
வயிற்றறை	...	Abdomen
வயிற்றறையுடையன	...	Coelenterata
வயிற்றறை	...	Peritoneum
வலைநார்ச் சாம்பற் பொருள்	...	Reticular formation
வலையணுக்கள்	...	Reticulocytes
வலையமை-உள்ளுறைத்திசு (இழைம)	...	Reticulo endothelial tissue
வளர்ச்சி நீர்மம்	...	Growth Hormone
வளர்சிதை மாற்றம்	...	Metabolism
வளமார் எலும்பு	...	Epiphysis
வளிமண்டல அழுத்தம்	...	Atmospheric pressure
வளி மாற்றம்	...	Gaseous Exchange
வளை	...	Labrynth
வளிகழலை	...	Maligrant tumour

வா

வாந்தியுணர்வு (குமட்டல்)	...	Nausea
வாயுட்குழி	...	Oral cavity
வாழலாந் தன்மை	...	Viability

வி

விந்தணு	...	Spermatozoa
விந்தணுவாக்கம்	...	Spermatogenesis
விந்துநீர்	...	Seman (sperm)
விந்துப்பை	...	Seminal vesicle
விந்து முதலணு	...	Spermatogonia
விந்து மெலி குழாய்கள்	...	Seminiferous tubules
வியர்வை	...	Sweat

வியர்வை ஆவியாதல்	...	Perspiration
விரவுதல்	...	Diffusion
விரவுதலின் மடங்கெண்	...	Coefficient of diffusion
விரிகுழல் புடைப்பு	...	Crista ampullaris
விரிகுழல் வளைமாடம்	...	Cupula ampullaris
விரித்தல் மறுவினை	...	Stretch reflex
விரிவு	...	Diastole
விரை	...	Testis
விரை நாளம்	...	Vas deferans
விரை நீர்மம்	...	Testosterone
விரைப்பை	...	Scrotum
விரை மறைந்திருத்தல்	...	Croptorchidism
விலா இடைத்தசை	...	Intercostal M
விழிக்கருஞ் சிவப்பு	...	Rhodopsin (Visual Purpla)
விழித்தட்டு	...	Optic disc
விழித் தலைமம்	...	Optic thalamus
விழித்திரை	...	Retina
விழித்திரை நிறமி	...	Retinine
விழித்திரை-மின் பதிப்பு	...	Electro Retinogram
விழி நரம்பு	...	Optic N
விழி நரம்புப்பாதை	...	Optic tract
விழி யியக்க நரம்பு	...	Oculomotor N
விழியின் நிலையிலாத்தன்மை	...	Nys tagmus
விழி நீர்த்தம்	...	Aquexus homour
விழிப்பாவை	...	Pupil
விழி பிதுங்குதல்	...	Exophthalmus
விழி வெண்படலம்	...	Sclera (conjunctiva)
விழுக்காடு	...	Percentage
விழுது மறுவினை	...	Axon-Reflex
வினைத் திசு	...	Parenchyme
வினை மின்	...	Action current

வெ

வெடியம்	...	Potassium
வெண்கொழும உறை	...	Myelin steath
வெண்புரதம்	...	Albumin
வெப்ப ஒழுங்கமைப்பு உயிர்த்தல்	...	Thermo-regulatory polypnoea
வெப்பக் கட்டுப்பாடு	...	Thermo-regulation
வெள்ளணுகள்	...	Leucocytes

வெள்ளணுக் குறைநிலை ... Leucoperia
வெள்ளணுப் பெருக்கம் ... Leutcytosis
வெள்ளணு மிகுநிலை ... Leukemia
வெளி உயிரணு ... Pariatal cell
வெளிச் செல் குழாய்கள் ... Efferent vessals
வெளித்தள்ளப்படும்
பொருட்கள் ... Rejected substances
வெளிப்படுத்துதல் ... Ejaculation

வே

வேதிக் கவர்தல் ... Chemotaxis
வேதியியல் ... Chemistry
வேர் ... Root
வேறுபாட்டு முனைப்புமுறை... Contrast phenomenon

வோ

வோல்ட் ... Volt